

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB – BLIDA 1



Laboratoire de Biotechnologie des  
Productions Végétales

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA  
VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO  
ÉCOLOGIE



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique en  
Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité: Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de  
*Rosmarinus officinalis* et de *Rosmarinus tournefortii* issues de  
différents modes culturaux sur *Tribolium sp.*

Présenté par :

- Melle ACHOUR Maroua
- Melle ACHOUR Mounia
- Melle BENOUAHLIMA Cerine

Devant le jury composé de :

- |                   |            |           |                |
|-------------------|------------|-----------|----------------|
| •Mme BABA AISSA K | M .A. A    | U.Blida1  | Présidente.    |
| •Mr MOUSSAOUI K   | M .A. A    | U.Blida 1 | Examineur.     |
| •Mr DJAZOULI Z, D | Professeur | U.Blida 1 | Promoteur.     |
| •Mme GUESMI F     | Doctorante | U.Blida1  | Co-promotrice. |

• Année Universitaire : 2020-2021.

# REMERCIEMENT

*On remercie avant tout Dieu (Allah) le tout puissant de m'avoir accordé force et la volonté pour terminer ce travail.*

*En second lieu on tient à remercier le professeur DJAZOULI Z.D. de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, pour son soutien sans faille et pour l'intérêt qu'il a continuellement porté pour cette étude, ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité m'ont été d'un grand intérêt.*

*Nos sincères remerciements vont également à ma Co-promotrice Mme GUEASMI f. qui a fait preuve d'un apport pour la réalisation de ce travail*  
*On tient également à remercier Mme BABA AISSA K. pour l'honneur qu'elle me fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.*

*Et pour Mr MOUSSAOUI K. pour avoir accepté d'examiner ce travail.*  
*A Tonton Youssef et Abdellah et Belkacem qui nous a beaucoup aidés cette année*

*NOS remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# DEDICACE

*Je dédie ce mémoire*

*A ma chère mère « Benloukil Mahdia »*

*A mon cher père « Achour Abderahmen »*

*Qui m'ont toujours encouragé, pour leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs précieux conseils durant toute ma vie. Que Dieu vous bénisse et vous garde en bonne santé.*

*A mes chères sœurs Chaima et Wafa et Nesrine,*

*A mon cher frère Sidali et mes petits chouaib et Ali et Nessma f/z,*

*A ma grand-mère Zhor (rbi yrhamha),*

*À toutes familles Achour et Benloukil.*

*Et sur tout A mes oncles (Omar et sliman...) et tonton Mohamed.*

*A mes cousines (Farah, Nermine, Rania,...) et mes cousins (Oussama, Ishak...)*

*A Mes partenaires dans ce travail Cerine et Mounia avec qui j'ai vécu des beaux moments au cours de cette année,*

*A mes chers amis Hamida et Asma et Amina et Zola et Hadia et Saida et Hanane et les deux Roumaissa et sarah et ma voisines Nassima. Y qui me rendent la vie plus belle,*

*A toute la promotion 2020-2021,*

*A tous ceux que j'ai omis de citer.*

**BONNE COURAGE A TOUS.**

**Maroua**



# DEDICACE

*Le premier à mériter des remerciements est Dieu qui nous avons donné la force, la capacité et la patience pour finir ce travail **ELHamdoulilah***

*A ceux qui m'ont donné sans rien en retour, A mes chers parents  
Aucune dédicace ne serait exprimer l'amour et le respect que j'ai toujours eu pour lui.  
Mon père qui m'a beaucoup soutenu pour atteindre l'objectif Merci pour tout ce que  
vous m'avez donné Je t'aime beaucoup papa **Ms. FAROUK " Abdelkrim "***

*A celle qui m'a toujours encouragé et aider durant mes années d'études. Merci pour  
ton amour et ta confiance totale. Je t'aime beaucoup maman **Mme. KARIMA***

*A mon cher frère : **ADEL***

*A ma très chère sœur : **IBTISSEM***

*A toute ma famille : **ACHOUR Et ZITOUNI***

*A mes grandes mère **Hadjira et Atika** (rebi yrhamha) et mes grands père **Mahiuddin et  
Mohamed messoud** (rebi yrhmou)*

*A Mes partenaires dans ce travail **Marwa et Serine***

*A tous mes enseignants du primaire, du Moyenne, du secondaire et du Supérieur  
surtout **Mme Gharbi***

*A mes meilleurs et adorables copines : **Oumaima, Hanane, Malika, Hamida, Asma  
Amina, Hadia, Zola, SAida, CHAfika, les deux Romaissa***

*A Tonton **Youssef** qui nous a beaucoup aidés cette année*

*A tous mes collègues et Amis de promotion **2016\2021** Et Pour tous ceux qui me  
connaissent surtout ceux que j'ai rencontrés cette année*

*A ceux qui ont attribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail*

**BONNE COURAGE A TOUS « Amine » MOUNIA**



## DEDICACE

*Avec l'aide de dieu, J'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à mes très chers parents **Abdel rahmène** et **Malika azibi** Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour perpétuel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être depuis ma naissance. Que dieu leurs donne une longue et joyeuse vie*

*A ma petite sœur : **Manel***

*A mon cher frère : **Ramy***

*A ma grande mère **Fatima ouahlima***

*A la personne qui m'a soutenu et encourager et supporté dans les moments difficiles durant mes années d'étude mon futur mari **Mustapha sahouadj** merci pour ton amour et ta confiance totale*

*A toute ma famille paternelle et maternelle*

*A mon beau père **Abdel Kader** et ma belle mère **Samia***

*A Mes partenaires dans ce travail **Marwa** et **Monia***

*A toutes mes copines **Asma, Amina, Hadia, Fatima z, Hanna, Wsseme, Fatiha, Nafissa, Yassemine, saida** et **Romi** et **Roumaissa**.*

*A mes collègues des promotions de 2ème année master « **phytopharmacie et protection des végétaux** ».*

*A ceux qui ont attribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail*

**Sirine**

# EVALUATION DE L'ACTIVITE INSECTICIDE DES HUILES ESSENTIELLES DE *ROSMARINUS OFFICINALIS* ET DE *ROSMARINUS TOURNEFORTII* ISSUES DE DIFFERENTS MODES CULTURAUX SUR *TRIBOLIUM SP.*

## Résumé

Dans l'intention de protéger l'environnement et la santé humaine, l'utilisation des plantes douées de propriétés insecticides ont un grand intérêt dans la protection des denrées stockées.

Le contexte général de cette présente étude, vise à rechercher de nouvelles molécules bioactives à activité biocide, constitue une approche d'exploit dans le domaine de la protection intégrée.

L'évaluation de l'efficacité globale de deux formulations des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différent modes de nutrition organique afin d'évaluer l'effet par application foliaire des stimulateurs sur les plantes modèles adultes. Lors de cette étude, nous avons procédé à évaluer leur potentiel insecticide par contact et par ingestion vis-à-vis des adultes d'un ravageur redoutable des denrées stockées « *Tribolium confusum* ».

En matière d'activité biocide, les deux formulations à base d'huiles essentielles testées sous l'effet de tous les stimulateurs se sont montrées très efficaces, Il est signalé que le taux de mortalité est fortement réduit selon la gradation positive des doses et du temps d'exposition.

Cependant, la formulation liquide parait plus performante que la formulation solide. Néanmoins, la phytopréparations à base d'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* affiche précocement des mortalités plus importantes par rapport à la phytopréparation à base de *Rosmarinus officinalis* sous l'effet de tous les stimulateurs.

Ces résultats indiquent que les huiles essentielles testés peuvent être des solutions alternatives aux pesticides chimiques de synthèse dans la lutte contre ce ravageur des denrées stockées.

**Mots clés :** Activité biocide, formulation solide, formulation liquide, huile essentielle, *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii*, *Tribolium confusum*, Stimulateurs.

## EVALUATION OF THE INSECTICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS OF *ROSMARINUS OFFICINALIS* AND *ROSMARINUS TOURNEFORTII* FROM DIFFERENT CULTIVATION METHODS ON *TRIBOLIUM SP.*

### Abstract

With the intention of protecting the environment and human health, the use of plants with insecticidal properties are of great interest in the protection of stored goods.

The general context of this study, aims to search for new bioactive molecules with biocidal activity, is an approach of achievement in the field of integrated protection.

The evaluation of the overall efficacy of two formulations of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Rosmarinus tournefortii* from different modes of organic nutrition in order to evaluate the effect by foliar application of stimulators on adult model plants. During this study, we proceeded in order to evaluate their insecticidal potential by contact and by ingestion towards the adults of a formidable pest of stored goods "*Tribolium confusum*".

In terms of biocidal activity, the two essential oil-based formulations tested under the effect of all the stimulators proved to be very effective. It is reported that the mortality rate is strongly reduced according to the positive gradation of the doses and the exposure time.

However, the liquid formulation appears to be more effective than the solid formulation. Nevertheless, the *Rosmarinus tournefortii* essential oil-based phytopreparation exhibited higher early mortalities compared to the *Rosmarinus officinalis* phytopreparation under all stimulants.

These results indicate that the tested essential oils can be alternative solutions to synthetic chemical pesticides in the control of this pest of stored goods.

**Key words:** Biocidal activity, solid formulation, liquid formulation, essential oil, *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii*, *Tribolium confusum*, Stimulators.

تقييم نشاط المبيدات الحشرية للزيوت الأساسية *Rosmarinus* و *Rosmarinus Officinaliss* بطرق زراعية مختلفة على *Tribolium Sp*

ملخص

بهدف حماية البيئة و صحة الانسان فان استخدام النباتات كمبيدات الحشرية له مصلحة كبيرة في حماية الاغذية المخزنة يشكل السياق العام لهذه الدراسة، التي تهدف إلى البحث عن جزيئات حيوية جديدة ذات نشاط مبيد حيوي نهجا استغلاليا في مجال الحماية المتكاملة

من اجل تقييم الفعالية الشاملة لتركيبتين من الزيوت الاساسية من *Rosmarinus Officinaliss* و *Rosmarinus Tournfortii* الناتجة من أنماط مختلفة من التغذية العضوية لتقييم التأثير عن طريق تطبيق الرش الورقي للمنبهات على النباتات البالغة.

خلال هذه الدراسة ، اردنا تقييم إمكاناتهم كمبيدات حشرية عن طريق التلامس والابتلاع ضد الحشرات البالغة للاغذية المخزنة (*Tribolium Sp*)

من حيث النشاط الحيوي فقد ثبت أن التركيبتين اللتين تعتمدان على الزيوت الأساسية التي تم اختبارها تحت تأثير جميع المحفزات فعالة للغاية. ويذكر أن معدل الوفيات انخفض بشكل كبير وفقاً لوقت التعرض للتنبيه و للتدرج الإيجابي للجرعات

ومع ذلك ، يبدو أن التركيبة السائلة أكثر كفاءة من التركيبة الصلبة. ومع ذلك ، فإن المستحضرات النباتية التي تعتمد على الزيت الاساسي من *Rosmarinus Tournfortii* تظهر وفيات أعلى في وقت مبكر مقارنة بالمستحضرات النباتية التي تعتمد على الزيت الاساسي من *Rosmarinus Officinaliss* تحت تأثير جميع المحفزات.

تشير هذه النتائج إلى أن الزيوت الأساسية التي تم اختبارها يمكن أن تكون بدائل للمبيدات الكيميائية الاصطناعية في مكافحة هذه الآفة المضرّة بالسلع المخزنة.

**الكلمات المفتاحية:** نشاط مبيد حيوي ، تركيبة صلبة ، تركيبة سائلة ، زيت عطري ، *Rosmarinus* ، *Tournfortii* ، *Rosmarinus Officinaliss* ، *Tribolium Sp* ، محفزات

## Listes des figures et graphiques

N° de figure	Titre de figure	N° de Page
<b>Figure 01</b>	<i>T. confusum</i> G :(40 x2) (Originale, 2021).	<b>9</b>
<b>Figure 02</b>	Les œufs de <i>T. confusum</i> G (40 x2) (Originale, 2021).	<b>10</b>
<b>Figure 13</b>	différents états de <i>T confusum</i> (Duval.) A : l'œuf (Rebecca et al, 2003) ; B: larve ; C: nymphe ; D: adulte (Walter, 2002).	<b>11</b>
<b>Figure 04</b>	Dégâts du <i>Tribolium confusum</i> sur la farine commerciale (originale, 2021).	<b>12</b>
<b>Figure 05</b>	plante de <i>Rosmarinus officinalis</i> L (Makhloufi, 2009).	<b>13</b>
<b>Figure 06</b>	Analyse en composante principale des composés majoritaires d'HE <i>Rosmarinus officinale</i> .	<b>17</b>
<b>Figure 07</b>	Coupe transversale e la tige de R.officinalis détail (D'après Alansard, 1953)	<b>19</b>
<b>Figure 08</b>	Feuille de « <i>Rosmarinus officinalis L</i> » (Source : Academic, 2000-2014).	<b>19</b>
<b>Figure 09</b>	Coupe transversale e la feuille de R. officinalis d'après Balansard (1953).	<b>19</b>
<b>Figure 10</b>	La fleur de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> -Source : photo prise par (Valter Jacinto ,2015).	<b>20</b>
<b>Figure 11</b>	l'organisation de la fleur de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> (Source : Ullmann., 2005)	<b>20</b>
<b>Figure 12</b>	Fruit de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> (Source: Valter Jacinto, 2015).	<b>20</b>
<b>Figure 13</b>	Aspects morphologiques de l'espèce <i>Rosmrinus tournefortii de noé.</i> (Bertella, 2015)	<b>21</b>
<b>Figure 14</b>	Optimum écologique : Caractéristiques climatiques d'après Association Tela Botanica, (2014).	<b>27</b>
<b>Figure 15</b>	Chrysomèle du Romarin ou chrysomèle américaine ((photo: H. Bouyon).	<b>29</b>
<b>Figure 16</b>	Larve de chrysomèle sur romarin (lien : <a href="http://www.insectesnet.fr/chrysoline/images/chryso10gf.jpg">www.insectesnet.fr/chrysoline/images/chryso10gf.jpg</a> Lien)	<b>29</b>
<b>Figure 17</b>	<i>Icerya purchasi</i> d'après Wikimedia commons (2015).	<b>31</b>

<b>Figure 18</b>	Eupteryx decemnotata d'après Wikimedia commons (2015).	<b>31</b>
<b>Figure 19</b>	Site cible de l'insecticide synthétisé (J.-P. David et al. 2013)	<b>40</b>
<b>Figure 20</b>	Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps. La ligne bleue correspond au nombre d'espèces résistantes, les bandes jaunes signifient depuis quand la classe d'insecticides est utilisée et la date entre parenthèse l'année où la résistance a été documentée pour la première fois (Denholm et al., 2002).	<b>41</b>
<b>Figure 21</b>	Principaux mécanismes de résistance aux insecticides chimiques (selon J.P. David, H.M. Ismail et M.I. Paine,)	<b>42</b>
<b>Figure 22</b>	Processus biochimiques mis en œuvre pour métaboliser les substances toxiques absorbées par l'insecte. (Biochemical processes involved to metabolize the toxic substances <i>absorbed by the insect.</i> ) (Haubruge et Amichot, 1998).	<b>43</b>
<b>Figure 23</b>	Cartographie terminologique des biostimulants (Faessel et al., 2014).	<b>44</b>
<b>Figure 24</b>	Lombricompost solide et liquide (Arancon, 2008).	<b>45</b>
<b>Figure 25</b>	Diagramme ombrothermique de la région d'Alger (moyennes considérées sur la période 2009-2019).	<b>51</b>
<b>Figure 26</b>	Diagramme ombrothermique de la région de Tipaza (moyennes considérées sur la période 2009-2019).	<b>52</b>
<b>Figure 27</b>	Climagramme d'Emberger de l'année 2019 de la région d'Alger et Tipaza.	<b>53</b>
<b>Figure 28</b>	Image satellitaire du carré botanique de jardin d'essai, situé dans le quartier d'El Hamma à Alger (Google Earth).	<b>54</b>
<b>Figure 29</b>	Image satellitaire de la Mausolée royal de Maurétanie (Google Earth).	<b>54</b>
<b>Figure 30</b>	Peuplement de deux romarins du site d'étude « C »: <i>Rosmarinus officinalis</i> et « D »: <i>Rosmarinus</i>	<b>55</b>

	<i>tournefortii</i> (Originale, 2021).	
<b>Figure 31</b>	Elevage de <i>Tribolium confusum</i> (Originale 2021).	<b>56</b>
<b>Figure 32</b>	<i>Tribolium confusum</i> sous loupe binoculaire (Gr : 40X2) (originale 2021).	<b>56</b>
<b>Figure 33</b>	les cuves (originale 2021).	<b>56</b>
<b>Figure 34</b>	Les huiles essentielles formulées a base de <i>Rosmarinus officinalis</i> (Originale, 2021).	<b>56</b>
<b>Figure 35</b>	Les huiles essentielles formulées a base de <i>Rosmarinus tournefortii</i> (Originale, 2021).	<b>56</b>
<b>Figure 36</b>	formulation solide (poudre) (originale 2021).	<b>57</b>
<b>Figure 37</b>	Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués sur les individus adultes de <i>Tribolium confusum</i> .	<b>58</b>
<b>Figure 38</b>	l'application de la formulation liquide sur les tribolium confusum (originale 2021).	<b>59</b>
<b>Figure 39</b>	l'application de la formulation solide (poudre) sur les <i>tribolium confusum</i> (originale 2021).	<b>59</b>
<b>Figure 40</b>	Représentation graphique du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traité par le lombricompost solide a différentes formulation (FL, FS).	<b>64</b>
<b>Figure 41</b>	Représentation graphique du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traité par le lombricompost liquide a différentes formulation (FL, FS).	<b>65</b>
<b>Figure 42</b>	Représentation graphique du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> irrigué par l'eau courante à différentes formulation (FL, FS).	<b>66</b>
<b>Figure 43</b>	Représentation graphique du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> irrigué par l'eau salin(NaCl) à différentes formulation (FL, FS).	<b>67</b>

<b>Figure 44</b>	Représentation graphique du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> non traitée (temoin) à différentes formulation (FL, FS).	<b>68</b>
<b>Figure 45</b>	Représentation graphiques du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traité par le lombricompost solide à différentes formulation (FL, FS).	<b>69</b>
<b>Figure 46</b>	Représentation graphiques du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traité par le lombricompost liquide à différentes formulation (FL, FS).	<b>70</b>
<b>Figure 47</b>	Représentation graphiques du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> irrigué par l'eau courante à différentes formulation (FL, FS).	<b>71</b>
<b>Figure 48</b>	Représentation graphiques du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> irrigué par l'eau salin (NaCl) à différentes formulation (FL, FS).	<b>72</b>
<b>Figure 49:</b>	Représentation graphiques du taux de mortalité observée de <i>Tribolium confusum</i> des différentes doses de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> non traitée (temoin) différentes formulation (FL, FS).	<b>72</b>
<b>Figure 50</b>	étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par lombricompost solide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>73</b>
<b>Figure 51</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentiel de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par lombricompost liquide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>74</b>
<b>Figure 52</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentiel de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par l'eau Courante sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>74</b>
<b>Figure 53</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentiel formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par Eau salin (NaCl) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct	<b>75</b>

	(FL).	
<b>Figure 54</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> (témoin) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL).	<b>75</b>
<b>Figure 55</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par lombricompost solide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS)	<b>76</b>
<b>Figure 56</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par lombricompost liquide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS)	<b>76</b>
<b>Figure 57</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par l'eau courant sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>77</b>
<b>Figure 58</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> traite par l'eau salin (Nacl) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>77</b>
<b>Figure 59</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> non traité (Témoin) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>78</b>
<b>Figure 60</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traite par lombricompost solide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>78</b>
<b>Figure 61</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traite par lombricompost liquide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>79</b>
<b>Figure 62</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traite par l'eau courante sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL)	<b>79</b>
<b>Figure 63</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traite par l'eau Salin (Nacl) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL).	<b>80</b>
<b>Figure 64</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> non traité(Témoin) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact direct (FL).	<b>80</b>
<b>Figure 65</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traité par lombricompost solide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>81</b>

<b>Figure 66</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traité par lombricompost liquide sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>81</b>
<b>Figure 67</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> traité par l'eau Courant sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS)	<b>82</b>
<b>Figure 68</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus Tournefortii</i> traité par l'eau saline (Nacl) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>82</b>
<b>Figure 69</b>	Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> non traité (Témoin) sur <i>Tribolium confusum</i> par contact ingestion (FS).	<b>83</b>
<b>Figure 70</b>	Projection des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet de des huiles essentielles formulées <i>Rosmarinus officinalis</i> par contact direct (formulation liquide) sur les axes ACP.	<b>84</b>
<b>Figure 71</b>	Projection des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet d'huiles essentielles formulées <i>Rosmarinus officinalis</i> par ingestion (formulation solide) sur les axes ACP.	<b>85</b>
<b>Figure 72</b>	Projection des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet des huiles essentielles formulées de <i>Rosmarinus tournefortii</i> (R.T) par contact direct (formulation liquide) sur les axes ACP.	<b>87</b>
<b>Figure 73</b>	Projection des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet des huiles essentielles formulées de <i>Rosmarinus tournefortii</i> (R.T) par ingestion (formulation solide) sur les axes ACP.	<b>88</b>

## Liste des tableaux

N° de tableau	Titre de tableau	N° de Page
<b>Tableau 01</b>	Récapitulatif de la composition chimique des différents chémotypes d'huile essentielle de « <i>Rosmarinus officinalis</i> » selon la Pharmacopée Européenne	<b>17</b>
<b>Tableau 02</b>	Principales utilisations du romarin en Algérie. (Outaleb, 2016)	<b>22</b>
<b>Tableau 02</b>	Principaux composés chimiques (%) de l'HE de <i>R.tounefortii</i> analysée par CG/SM. (Bouchenak <i>et al.</i> , 2016)	<b>23</b>
<b>Tableau 3</b>	Indice de réfraction des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR	<b>35</b>
<b>Tableau 4</b>	Pouvoir rotatoire des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR	<b>36</b>
<b>Tableau 5</b>	Indice d'acide des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes d'après les normes AFNOR	<b>37</b>
<b>Tableau 6</b>	Indice d'ester après acétylation des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR	<b>39</b>
<b>Tableau 7</b>	Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région d'Alger durant les années 2009 jusqu'à 2019.	<b>50</b>
<b>Tableau 09</b>	Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région de Tipaza durant les années 2009 jusqu'à 2019.	<b>50</b>

## Liste Des Abreviations

1. °C : Degre Celsius
2. ACHE : L'acetylcholinesterase
3. ACP : Analyse En Composantes Principales
4. AFNOR : Association Française De Normalisation
5. C.P.G : Chromatographie En Phase Gazeuse.
6. CG/SM : Gas Chromatography–Mass Spectrometry
7. CSVD : Le Canal Sodium “Voltage-Dependant”
8. EBIC: European Biostimulants Industry Council.
9. G : Gramme
10. GABAR : Le Recepteur De L'acide Gamma Aminobutyrique.
11. H : Heure
12. H.E : Huile Essentielle
13. IA : Indice D'acide.
14. IE : Indice D'ester.
15. IR: Indice De Refraction.
16. IRAC : Insecticide Resistance Action Commitee.
17. KOP : Hydroxyde De Potassium
18. MC : La Mortalite Corrige
19. MI : Millilitre
20. MO : La Mortalite Observee
21. OMS : Organisation Mondiale De La Sante.
22. PAM : Plantes Aromatiques Et Medicinales.
23. PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria.
24. TM: Témoin.
25. R.O: *Rosmarinus Officinalis*.
26. R.T: *Rosmarinus Tournefortii*

## Sommaire

Les titres	N° de Page
<b>REMERCIEMENT</b>	-
<b>DEDICACE</b>	-
<b>RESUME.</b>	-
<b>ABSTRACT</b>	-
المخلص	-
<b>Liste des figures et graphiques</b>	-
<b>Liste des tableaux</b>	-
<b>Liste des Abbreviations</b>	-
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	<b>4</b>
1. Les plantes en médecine	<b>4</b>
2. Les huiles essentielles	<b>4</b>
2.1. Définition	<b>4</b>
2.2. Activités biologiques des huiles essentielles.	<b>5</b>
2.3. Activité antiparasitaires /insecticides des huiles essentielles	<b>6</b>
2.4. Activité liée à la composition chimique	<b>7</b>
2.5. Mode d'action des huiles essentielles	<b>7</b>
2.6. Le type des ravageurs cibles	<b>9</b>
3. Monographie des plantes étudiées	<b>13</b>
3.1. « <i>Rosmarinus officinalis</i> » (Lamiacées)	<b>13</b>
3.1.1. Utilisation thérapeutique en médecine traditionnelle	<b>13</b>
3.1.2. Constitution chimique	<b>16</b>
3.1.3. Propriétés biologiques des huiles essentielles de « <i>Rosmarinus officinalis</i> »	<b>18</b>
3.1.4. Systématique et classification botanique	<b>18</b>
3.1.5. Description botanique	<b>18</b>
3.1 .6. Distribution/ Habitat	<b>21</b>
3 .2. « <i>Rosmarinus tournefortii</i> »(Lamiacées)	<b>21</b>
3.2.1. Utilisation thérapeutique en médecine traditionnelle	<b>22</b>

3.2.2. Constitution chimiques	<b>23</b>
3.2.3. Systématique et classification botanique	<b>24</b>
3.2.4. Description botanique	<b>25</b>
3.2 .5. Distribution/ Habitat	<b>25</b>
4. Culture du Romarin	<b>26</b>
4.1. Régions de culture	<b>26</b>
4.2. Environnement de culture	<b>26</b>
4.3. Types de multiplication	<b>27</b>
4.3.1. Le bouturage	<b>27</b>
4.3.2. Le semis	<b>27</b>
4 .3.3. Le marcottage	<b>28</b>
4.4. Cultures voisines	<b>28</b>
4.5. Parasites et maladies	<b>28</b>
4.5.1. La chrysomèle du Romari.	<b>29</b>
4.5.2. La maladie des bouts en crosse du Romarin	<b>29</b>
4.5.3. La cochenille australienne	<b>30</b>
4.5.4. Les cicadelles « <i>Eupteryx sp</i> »	<b>30</b>
5. Récolte du Romarin	<b>32</b>
6. Contrôle qualité	<b>33</b>
6.1. Contrôles organoleptiques	<b>34</b>
6.2. Constantes physiques	<b>34</b>
6.2.1. Densité	<b>34</b>
6.2.2. Indice de réfraction	<b>34</b>
6.2.3. Pouvoir rotatoire	<b>35</b>
6.2.4. Miscibilité à l'éthanol	<b>36</b>
6.3. Analyses chimiques	<b>36</b>
6.3.1. Indice d'acide	<b>36</b>
6.3.2. Indice d'ester	<b>37</b>
6.3.3. Indice d'ester après acétylation	<b>38</b>
6.3.4. Point éclair	<b>39</b>
7. Conservation.	<b>39</b>
8. Insecticides.	<b>39</b>
8.1. Les insecticides naturels et synthétiques	<b>39</b>

8.2. Résistance aux insecticides	<b>41</b>
8.2.1. Les différents types de résistances	<b>41</b>
8.2.2. Mécanismes biochimiques de résistance	<b>43</b>
8.2.2.1. Modification de la cible	<b>44</b>
9. Les phytostimulants	<b>44</b>
9 .1.Définition	<b>44</b>
9.2. Les différents types de phytostimulants	<b>45</b>
9 .2 .1.Lombricompost	<b>45</b>
9.2.1.1. Effet de lombricompost sur la quantité et la qualité des huiles essentielles	<b>46</b>
10 .Effet du stress salin sur la teneur et la composition des huiles essentielles	<b>46</b>
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	<b>48</b>
1. Objectif du travail	<b>49</b>
2. Situation géographique des régions d'étude	<b>49</b>
3. Caractéristiques climatiques	<b>49</b>
3.1. Facteurs climatiques des régions d'Alger et Tipaza	<b>49</b>
3.1.1 Température	<b>49</b>
3.1.2 Pluviométrie	<b>49</b>
3.2. Synthèse des données climatiques	<b>50</b>
3.2.1 Diagramme ombrothermique	<b>50</b>
3.2.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger	<b>52</b>
4. présentation du site d'études	<b>53</b>
4.1. Site d'étude de jardin d'essai d'El Hamma (Alger)	<b>53</b>
4.2. Site d'étude Mausolée royal de Maurétanie(Tipaza)	<b>54</b>
5. Matériel d'étude	<b>55</b>
5.1. Matériel végétale	<b>55</b>
5.2. Matériel animal	<b>55</b>
6. Formulation des bioproduits	<b>56</b>
6.1. Formulation liquide de l'huile essentielle de deux espèces du romarin	<b>56</b>
6 .2 .Formulation solide de l'huile essentielle de deux espèces du romarin	<b>57</b>

7. Dispositif expérimental	<b>57</b>
7.1. Application des traitements sur le <i>Tribolium confusum</i>	<b>57</b>
7.1.1. Préparation des dilutions	<b>57</b>
7.1.2. Application des traitements	<b>58</b>
7.2. Les Tests de toxicité	<b>58</b>
7.2.1. Test de toxicité de l'huile essentielle formulée liquide par effet contact	<b>58</b>
7.2.2. Test de toxicité de formulation des huiles essentielles du romarin en poudre par ingestion	<b>59</b>
8. Exploitation des résultats	<b>60</b>
8.1. Dénombrement	<b>60</b>
8.2. Estimation du taux de mortalité	<b>60</b>
8.2.1. Calcul du pourcentage de la mortalité observée	<b>60</b>
8.2.2 Estimation de la mortalité corrigée	<b>60</b>
9. Analyse statistique des résultats	<b>61</b>
9.1. Analyses multi-variées	<b>61</b>
CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSION	<b>62</b>
1. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations différentes des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Rosmarinus tournefortii</i> .	<b>63</b>
1.1. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations d'huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>63</b>
1.2. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations d'huiles essentielles de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	<b>68</b>
2. Etude comparée des mortalités corrigées des bioproduits formulés à base des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Rosmarinus tournefortii</i>	<b>73</b>
2.1. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> (R.O) (formulation liquide-FL-) sur la mortalité de <i>Tribolium confusum</i> par contact direct.	<b>73</b>
2.2. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus officinalis</i> (R.O) (formulation solide-FS-) sur la mortalité de <i>Tribolium confusum</i> par ingestion.	<b>76</b>
2.3. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i> (R.T) (formulation liquide-FL-) sur la mortalité de <i>Tribolium confusum</i> par contact direct.	<b>78</b>
2.4. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulées	<b>81</b>

de <i>Rosmarinus tournefortii</i> (R.T) (formulation solide-FS-) sur la mortalité de <i>Tribolium confusum</i> par contacte ingestion.	
3. Tendance des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet des huiles essentielles formulées de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Rosmarinus tournefortii</i>	<b>83</b>
3.1. Tendance des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> par effet de contact et d'ingestion sous l'effet des huiles essentielles formulées de <i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>83</b>
3.2 Tendance des mortalités corrigées de <i>Tribolium confusum</i> sous l'effet de l'huile essentielle formulée de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	<b>86</b>
<b>Discusion</b>	<b>89</b>
<b>CHAPITRE 4 : CONCLUSION</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>-</b>

## INTRODUCTION GENERALE

Les céréales représentent une ressource importante assurant aussi bien pour la consommation humaine et l'alimentation du bétail. Elles tiennent la première place quant à l'occupation des surfaces agricoles, dont 70 % de ces terres agricoles mondiales sont emblavées en céréales (**Riley et al., 2009**). En Algérie, les produits céréaliers occupent également une place stratégique dans le système alimentaire (**Doukani et al., 2013**) et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009**). Pour diminuer pertes et se débarrasser de cette menace des insectes on utilise des pesticides, l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (**Leonard et Ngamo, 2004**). Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement (**Lahlou, 2004**). Les plantes ont été longtemps utilisées par les paysans pour saveur des aliments ou pour protéger les produits récoltés (**Isman, 2000**). En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées.

Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des bio-pesticides. Cette efficacité a été démontrée contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires telles que Bruchidae (**Kellouche, 2005**).

Parmi les plantes aromatiques et médicinales utilisées dans la médecine moderne ; le Romarin ( *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii* ), le Romarin a fait l'objet de récentes recherches dans les domaines pharmaceutiques il possède d'excellentes propriétés antioxydants et antibactériennes, le romarin comme toutes les plantes aromatiques et médicinales, contient des composés chimiques ayant des propriétés antibactériennes, l'utilisation de ces molécules à base de plantes peut présenter de nombreuses avantages par rapport aux produits de synthèses actuels ( **Jones, 1998**).

Ainsi, notre étude a porté sur l'évaluation en fonction de temps et doses de l'activité insecticide de deux huiles essentielles; l'une de« ***Rosmarinus officinalis*** » et l'autre de« ***Rosmrinus tournefortii*** » formulées de différentes textures (solide et

liquide) dans le cadre d'une lutte biologique par contact direct et par ingestion contre le *Tribolium confusum*. , un des principaux insectes ravageurs des denrées alimentaires stockées.

Dans la partie bibliographique (chapitre 1): nous rappelons sur les plantes médicinales et sur les espèces végétales spontanées « *Rosmarinus officinalis* » et de « *Rosmarinus tournefortii* » formulées et le ravageur ciblée le *Tribolium confusum* et les huiles essentielles et leur contrôle de qualité et nous signalant à la fin un partie sur les insecticides et les phytostimulants , et dans le deuxième chapitre traitera des matériels et méthodes de travail utilisées dans le cadre de cette étude.

Le quatrième chapitre portera sur les résultats et discussions relative de notre partie expérimentales. Enfin, nous achevons cette étude par une conclusion.

Dans ce contexte on a essayé de répondre à certaines questions hypothèses, à savoir:

-Quel serait l'impact des formulations (solide et liquide) à base d'huiles essentielles et de leur mode d'application (direct et par ingestion) sur les populations adultes de *Tribolium confusum*?

-Les huiles essentielles en question appliquées à différentes doses présentent-elles la même efficacité dans le temps?

*Chapitre 1 :*  
*Synthèse bibliographique*

# CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Les plantes en médecine

**Plante médicinale** : définie par la pharmacopée par une plante dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Egalement appelée « **drogue végétale** ». (Gazengel et Orecchioni, 2013).

Les plantes aromatiques et médicinales ont des propriétés importantes, plusieurs médicaments pharmaceutiques ont été dérivés de plantes, ces derniers passent dans l'esprit de la population pour efficacité et tolérance du fait de son origine naturel faisant partie de la médecine douce (Hami et al., 2011) .

Selon l'OMS, plus de 20000 plantes utilisées dans le monde pour ses propriétés médicinales, seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique.

## 2. Les huiles essentielles

**Généralité** : Les plantes représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent: alcaloïdes, flavonoïdes, hétérosides, saponosides, quinones, vitamines,...et huiles essentielles. (Lafon et al., 1991).

Les huiles essentielles font l'objet d'études pour prendre la place des insecticides chimiques dans le domaine de la phytoprotection (Amirat et al., 2011). Les huiles essentielles sont largement répandues dans le monde végétal, Elles se trouvent en quantités appréciables chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles botaniques comme par exemple chez les composées (armoise,...), les Myrtacées (eucalyptus,...), les Rutacées (citron, orange,..) et les Apiacées (carvi, coriandre, persil,...) (Richter, 1993).

Les huiles essentielles peuvent être localisées aussi bien dans les fleurs, les feuilles, les fruits que dans les écorces, les graines ou les racines, Elles se forment dans des cellules spécialisées, le plus souvent, regroupées en poches ou en canaux sécréteurs (Benard et al., 1988).

**2.1. Définition** : Le terme « **huile** » signifie le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances et le terme « **essentielle** » désigne la caractéristique principales de la plante a travers ces exhalaisons (Padrini et Lucheroni, 1996 ; Bernard et al., 1988). Selon la **Pharmacopée Européenne**, une huile essentielle est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau,

soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'HE est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition». Une huile essentielle pure et naturelle est caractérisée par sa composition strictement « végétale », contrairement aux essences synthétiques ou « identiques naturelles » intégralement reconstituées à partir de composés chimiques de synthèse (**Pibiri, 2005**). Selon **Afnor, (2000)**, Au niveau des plantes, les huiles essentielles sont produites par des glandes situées sous la cuticule (qui est l'épiderme des végétaux), la biosynthèse des molécules aromatiques débute, lors de la photosynthèse, par la fabrication de sucres. C'est grâce à l'action de l'énergie solaire (avec pour matières premières la sève montante et le CO<sub>2</sub>), que les chloroplastes construisent de petits sucres (Trioses, Hexoses) avec le fructose qui circule dans le cytoplasme et les mitochondries, ou par l'intermédiaire de divers systèmes enzymatiques, auront lieu les synthèses des molécules finales, Les deux voies principales de la production des essences sont la voie des terpenoïdes et celle des phénylpropanoïdes.

## **2.2. Activités biologiques des huiles essentielles**

Activités biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants, Sa valeur tient à son intégralité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires, Les composés chimiques de plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols, les Alcools, les aldéhydes, les cétones et plus rarement les terpènes. (**Lahlou, 2004**). Les huiles essentielles (**HE**) possèdent de nombreuses activités biologiques, En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses, cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxique qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Ferhat et al., 2009**).

- **Activité antioxydante** : Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif (**Beirao et Bernardro-Gil, 2006**), On distingue trois types d'antioxydants enzymatiques, les enzymes de réparation, et les antioxydants non enzymatiques, les substances naturelles dont les huiles essentielles sont classées tant qu'antioxydants non enzymatiques.

L'activité antioxydante peut être primaire ou préventive (indirecte), cette dernière est capable de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la réduction d'oxygène. (Mdhavi et al., 1996). Par contre les antioxydants à réaction directe sont capables de donner des électrons d'oxygène radicalaire afin qu'ils puissent le piéger, empêchant ainsi la destruction des structures biologiques. Ils peuvent agir comme agents réducteurs capable de passer leurs électrons aux ROS et les éliminer (Kohen et Nyska, 2002). Quelques travaux ont rapporté que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que les antioxydants synthétiques (Hussain et al., 2010). Les effets antioxydants d'huiles essentielles et d'extraits des plantes sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (Hussain, 2009).

- **Activité antibactérienne** : Les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géraniol)...ect (Benayad, 2008).
- **Activité antivirale** : Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui. Les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques (Benayad, 2008).
- **Activité antifongique** : Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension ; avec les HE on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain (Benayad, 2008).
- **Antiseptique** : Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (Benayad, 2008).

### **2.3. Activité antiparasitaire et insecticides des huiles essentielles**

#### **Activité antiparasitaires**

Ce sont les phénols qui présentent l'action la plus puissante contre les parasites, suivis par les alcools monoterpéniques. Certains oxydes comme l'ascaridol sont très spécifiques de la lutte antiparasitaire. Enfin les cétones ont une activité antiparasitaire bien établie, mais leur utilisation doit se faire avec précautions car ils

présentent une certaine neurotoxicité, Cette action est renforcée par l'association cétones/lactones dans l'HE (**Benayad, 2008**).

- **Activité insecticides** : Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovocide, larvicide et anti nutritionnelle (**Regnault-Roger et al.,2002**).L'évaluation scientifique des effets insecticides des huiles essentielles des feuilles sèches vis-à-vis des insectes a montre qu'elles ont un large spectre d'action contre les insectes, les nématodes les champignons et les virus (**Quezel et Santa, 1962**).

#### **2.4. Activité liée à la composition chimique**

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et les possibles effets synergiques entre les composants, Ainsi, la nature des structures chimiques qui la constituent, mais aussi leurs proportions jouent un rôle déterminant. L'activité d'une huile essentielle est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Evalués séparément sous la forme de composés synthétiques, ils confirment ou infirment l'activité de l'huile essentielle de composition semblable. Il est cependant probable que les composés minoritaires agissent de manière synergique, De cette manière, la valeur d'une huile essentielle tient à son « totum », c'est à dire dans l'intégralité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires (**Lahlou, 2004**), Il est connu que ce sont les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés antibactériennes, L'activité de ces molécules dépend à la fois, du caractère lipophile de leur squelette hydrocarbonée et du caractère hydrophile de leurs groupements fonctionnels, Les molécules oxygénées sont généralement plus actives que les hydrocarbonées.

#### **2.5. Mode d'action des huiles essentielles**

Les huiles essentielles ont été testées sur différentes cibles en protection des cultures : les insectes, les micro-organismes (champignons et bactéries), les adventices et aussi en protection des semences.

- **Les insectes** : Les activités des huiles essentielles décrites sur les insectes sont variées : larvicides, adulticides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance. La plupart des huiles essentielles agissent en perturbant la structure de la membrane cellulaire mais, pour certaines, des effets neurotoxiques ont pu être mis en évidence, dus à des interactions avec des neurotransmetteurs tels que le GABA (acide gamma-aminobutyrique) et l'octopamine, ou par inhibition de l'acétyl cholinesterase. Enfin, certaines huiles essentielles peuvent potentialiser l'action d'autres molécules en inhibant les cytochromes P450 qui, normalement les détoxifient. Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup des constituants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition, etc. **(Regnault-Roger et al., 2012) et (Tripathi et al., 2009)**
- **Les micro-organismes** : La grande majorité des études sur l'activité antibiotique des huiles essentielles porte sur les micro-organismes pathogènes pour l'homme ou qui altèrent sa nourriture **(Lang et Buchbauer, 2012)**. Les huiles essentielles les plus efficaces sont riches en phénols (thymol, carvacrol, eugénol) ou en aldéhyde cinnamique, bien que quelques alcools (linalol, terpinène-4-ol...) montrent dans certains cas une activité intéressante. Selon **Vidyasagar et al. (2013)** Un article récent fait le point sur les huiles essentielles ayant démontré, au laboratoire, des activités intéressantes contre des champignons pathogènes des cultures, Les champignons étudiés appartiennent aux genres suivants : *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pythium*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Pyricularia*, *Rhizoctonia*, *Cladosporium*, *Lasiodiplodia*, *Phomopsis*, *Rhizopus*...
- **Les adventices** : Les études publiées sur l'activité des huiles essentielles comme herbicides sont nombreuses et recouvrent généralement des tests d'inhibition de germination de graines, Celles qui paraissent les plus actives sont des huiles essentielles à phénols (thymol, carvacrol), à cétones (carvone, pulégone) ou à éther oxydes (eucalyptol ou 18-cinéol). Les produits commercialisés aux USA sont majoritairement des herbicides de contact qui agissent en dissolvant la cuticule recouvrant les feuilles, ce qui entraîne la mort des cellules. Cet effet ne dure pas longtemps, ce qui nécessite des applications fréquentes, à doses assez élevées (50 à 500 l/ha d'huile essentielle). **(Soltys et al., 2013)**. Certains composés issus d'huile essentielle agissent différemment. Par exemple, la

leptospermone l'huile essentielle de *Leptospermum scoparium* s'est révélée être un puissant inhibiteur de la HPPD (ou p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase), qui entraîne une décoloration et un flétrissement des adventices, Elle est efficace en pré et post levée des adventices (sétaire, avoine, moutarde brune, rumex crépu, panic pied-de-coq, digitale sanguine, amarante réfléchie) mais il en faut 9 kg/ha pour un contrôle satisfaisant (**Dayan et al., 2011**). L'huile essentielle de *Leptospermum* est plus active que la leptospermone pure et des études récentes (2013) ont mis en évidence la circulation de cette molécule dans la dignitaire sanguine (**Owens et al., 2013**). Des molécules de synthèse de structure proche (sulcotrione et mésotrione par exemple) ont été développées avec des efficacités 100 fois supérieures (**Soltys et al., 2013**)

## 2.6. Le type des ravageurs cibles

- **Position systématique de *Tribolium confusum***

Selon **Lepesme (1944)**, cet insecte ravageur occupe la position systématique suivante :

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Classe</b>	Insecta.
<b>Ordre</b>	Coleoptera.
<b>Famille</b>	Tenebrionidae.
<b>Sous Famille</b>	Ulominae.
<b>Genre</b>	Tribolium.
<b>Espèce</b>	<i>Tribolium confusum</i> (Duval)



**Figure 1 : *T. confusum* G :(40 x2) (Originale, 2021)**

- **Appellation** : Cette espèce a été décrite pour la première fois par Jacquelin Duval (1868), Le nom commun Français attribué à ce ravageur est : Tribolium brun de la farine. Dans les autres langues courantes, il est connu comme confused flour beetle, mason beetle en Anglais, «Tribolio confuso » escarabajo americano de la harina en espagnol (**Delobel et Trans, 1993**).
- **Origine et répartition géographique** : Le *Tribolium* *sp*est une espèce cosmopolite (**Balachowsky et Mensil, 1936**). Selon **Jurgen et al. (1981)**, bien que d'origine strictement africaine, cette espèce a été transportée par l'homme avec des produits nourriciers et se rencontre maintenant dans le monde entier par suite de sa résistance plus grande aux baisses températures, Cette espèce se rencontre à des latitudes plus septentrionales que d'autres espèces du même genre.
- **Description des différents stades de développement**
- **A-L'œuf** : l'œuf est ovalaire, sans sculpture, il mesure en moyenne 0,6 mm de long (**Steffan, 1978**).

Il est oblong et blanchâtre, presque transparent, sa surface lisse est recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (**Lepesme, 1944**). (**Figure 02**)



**Figure 02: Les œufs de *T. confusum* G (40 x2) (Originale, 2021)**

**B- La Larve:** Son corps est recouvert d'un tégument assez mou, taché de jaune sur le dessus et couvert de nombreuses soies, s'achève par une paire d'urogomphes de couleur rousse. Les larves, qui ne dépassent pas 1,4 mm lors de l'éclosion, atteignent 6 à 7 mm à l'achèvement de leur croissance. (**Figure 3 - B**)

Le nombre de mues, 4 au minimum, 11 au maximum, varie selon de nombreux facteurs : température, humidité, qualité de l'alimentation, etc.... (Steffan, 1978). Elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune- brun.

**C-La nymphe** : Est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Balachowsky et al., 1936).

La nymphe reste sans protection et est incapable de se déplacer. (Figure 3 - C)

**D-L'imago** : L'imago est d'un blanc jaunâtre, son tégument se sclérotinise et se pigmente 2 à 3 jours après son émergence, La couleur devient brun rouge, sa taille atteint 3 à 4 mm. Ces élytres allongés, parallèles et arrondis à l'extrémité postérieure, portent des lignes régulières de ponctuation séparées par des cotés très fins (Lepseme, 1944) ; Les pattes sont courbées, les tarse postérieurs sont formés de quatre articles.



**Figure 3 : différents états de *T confusum* (Duval.) A : l'œuf (Rebecca et al, 2003) ; B: larve ; C: nymphe ; D: adulte (Walter, 2002)**

- **Biologie** : Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minutes. Chez le *Tribolium confusum* (Duv.) l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations, Les œufs sont pondus en vrac sur les marchandises et ils sont difficiles à déceler. (Steffan, 1978).

Au cours de sa vie, la femelle pond entre 500 et 1000 œufs, Les jeunes larves passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. (Steffan, 1978).

La larve circule librement dans la denrée infestée ou elle nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %, la durée du cycle est de 24 à 26 jours. **(Steffan, 1978)**.

Le *Tribolium confusum* (Duval.) est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35 ° C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C, Il résiste aux basses hygrométries, En absence d'alimentation, le *Tribolium confusum* exerce le cannibalisme, il dévore les œufs et les larves de ses congénères **(Steffan, 1978)**.

- **Régime alimentaire et dégâts** : Le *Tribolium* recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, les issues... etc. **(Lepesme, 1944)**. Les adultes sécrètent une odeur persistante et désagréable aux produits alimentaires envahis. La substance émise affecte les propriétés de la pâte faite avec de la farine contaminée, cette substance est irritante pour l'homme et elle peut causer des désordres gastriques **(Roger, 2002)**. D'après **Steffan(1978)** les adultes sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts.



**Figure 04 : Dégâts du *Tribolium confusum* sur la farine commerciale (original, 2021)**

- **Les ennemis naturels** : Selon **Lepesme (1944)**, quelques arthropodes tendent à limiter l'activité de *Tribolium* en particulier les acariens et Béthylides

**A- Les acariens** : *Pyemotes ventricosus* Newp = (*Pediculoides ventricosus* Newp).  
*Acaro henax tribolii* Newp. et Duv.

**B- Les Béthylides** : (Ordre : Hyménoptère) *Rhabdepyris zae* Turnet Waterst,  
*Scleroderma immigrans* Bridw qui parasite les larves.

### 3. Monographie des plantes étudiées

**3.1. « *Rosmarinus officinalis* »(Lamiacées) :** *Rosmarinus officinalis* est une espèce qui appartient à la famille des lamiacées qui sont des gamopétales super ovaires tétra cyclique appartenant à l'ordre des lamiales (**Messaili.,1995**).Le thème *Rosmarinus rose des mers* est un nom latin de cette plante qui se compose de deux parties :

**Ros** : rosée apparenté à rhus : buisson cette plante habite souvent les coteaux maritimes. Habituellement considérée comme monotypique, cette plante est présente sur le littoral dans tout le bassin méditerranéen surtout en région calcaire. Elle y fleurit toute l'année, ses fleurs sont mellifères, Elle peut être sous forme d'arbuste, sous-arbrisseau ou plante herbacée.

**Marinus** : marin. C'est une plante odorante à tiges quadrangulaires, à feuilles opposées décussées sans stipules et fleurs réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées sous forme de verticille. (**Messaili, 1995**).



**Figure 05: plante de *Rosmarinus officinalis* L (Makhloufi, 2009)**

#### 3.1.1. Utilisation thérapeutique en médecine traditionnelle

Les indications thérapeutiques actuelles du romarin rassemblées ci-après font, pour la plupart, référence à son usage pratiqué en Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc, Sahara Algérois). Nous classerons son utilisation en deux catégories : usage interne et usage externe. On tire plusieurs drogues de cette plante : huile essentielle, feuilles, sommités fleuries.

- **En usage interne**

**Tonique – Stimulant :** L'huile essentielle s'emploie comme stimulant en cas de surmenage ou d'asthénie, ou pendant les convalescences (après une fièvre typhoïde), (**Fournier, 1948**).

Le romarin (partie de plante non précisée) s'emploie aussi contre la paralysie et l'épilepsie (**Ducros, 1930**) et contre les phénomènes de "débilité de tous genres".

**Apéritif - Stomachique - Dépuratif :** Dans le sud tunisien, le romarin "Azir" se prend en infusion sucrée, comme apéritif, le matin et à jeun (**Reboul, 1953 ; Maire et Savelli, 1955 ; Passager et Dorey, 1958 ; Chopra et al., 1960**). Cette même infusion aurait des vertus stomachiques (**Bouchat, 1956 ; Duke et Ayensu, 1985**).

Il s'utilise aussi contre les maux d'estomac, les vomissements, les fermentations intestinales (**Bouquet, 1921**) et contre les coliques, soit en infusion sucrée (**Bouchat, 1956**), soit pris avec du lait caillé ou dans une pâte faite de farine, de beurre et de citron (**Prax, 1850 cité par Lefloch, 1983**).

**Antitussif et antispasmodique :** Les feuilles de romarin en infusion ont une action calmante sur la toux (**Passager et Dorey, 1958 ; Doreau, 1961**) et s'emploient également dans d'autres affections bronchiques : l'asthme et la coqueluche (**Fournier, 1948**). L'huile essentielle a également des vertus antispasmodiques. Son action s'exerce surtout au niveau des parois des vaisseaux, dans le cas de spasmes vasculaires, de la diminution des irrigations périphériques et de l'hypotension (**Antoine, 1991**).

**Ocytocique –emménagogue :** Le romarin (sans autre précision) provoquerait des contractions utérines et de ce fait serait abortif (**Duke et Ayensu, 1985**). Les indications suivantes sont préconisées surtout dans le Sahara algérois et les détails d'utilisation varient d'une oasis à l'autre : Pendant l'accouchement, le romarin utilisé en décoction accélère le travail des parturientes (**Bouchat, 1956**) et utilisé en infusion, il facilite l'accouchement et "purifie" le sang de la mère (**Passager et Dorey, 1958 ; Doreau, 1961**).

Après l'accouchement, le romarin est utilisé seul en infusion à renouveler plusieurs fois ou, associé à *Ruta chalepensis* (abortif) en infusion de feuilles sèches (**Reboul, 1953**) ou encore associé à du blé cuit à l'eau (**Passager et Barbancon, 1956**).

**Diurétique :** Le romarin est utilisé comme diurétique sous forme de vin diurétique dans les cas d'hydropisie et d'œdème. Préparation du vin diurétique : macération d'une poignée de romarin dans un litre de vin blanc pendant 24 heures et à l'obscurité.

**Posologie:** 3 à 4 cuillérées à soupe matin et soir (**Fournier, 1948**).

**Cholagogue et cholérétique :** Les feuilles et les sommités fleuries en infusion à 5 %, ou en extrait fluide, sont indiquées dans le cas de cholécystites chroniques, d'ascites par hypertrophie du foie, d'ascites par "cirrhose de Laennec", d'ictères par hépatite ou par obstruction (**Parurier et Rousselle, 1929 cités par Fournier, 1948 ; Lemordant et Coil, 1977**).

**Composition de l'extrait fluide :** Romarin 10g, Menthe pouliot 10g et Polypode 15g.

**Posologie:** 30 à 40 gouttes avant les repas de midi et du soir. Au Maroc, le romarin "azir" est vendu dans les boutiques de tradipraticiens ; il fait partie des drogues simples et des préparations, pour ses propriétés cholagogues et antiseptiques (**Claisse, 1990**).

**Autres utilisations :** On recense d'autres utilisations du romarin dans les problèmes de circulation sanguine, du cœur, du système nerveux (**Fournier, 1948**).

Il est efficace aussi dans les cas de vertiges, de palpitations et de névralgies (sous forme de teintures), En Amérique Latine, l'infusion de romarin s'utilise pour améliorer la mémoire (propriété déjà reconnue dans l'Antiquité).

- **En usage externe**

**Antiseptique et cicatrisant :** Les feuilles de romarin desséchées et mélangées à de l'huile ou réduite en poudre sont vulnérables pour des plaies récentes comme la circoncision (**Trotter, 1915 ; Passager et Barbancon, 1956 ; Dorvault et Weitz, 1945 ; Bouquet, 1921**). Les feuilles en décoction sont préconisées dans le cas des leucorrhées, en injections vaginales, et dans le cas des amygdalites, en gargarisme (**Fournier, 1948**). Le romarin s'emploie aussi en fumigation, pour traiter les affections respiratoires (**Fournier, 1948**).

**Emménagogue :** Les bains aromatiques et les applications de compresses chaudes de romarin provoquent l'écoulement du flux menstruel (**Gattefosse, 1921 ; Ducros, 1930 ; Maire et Savelli, 1955 ; Doreau, 1961 ; Windholz et al., 1976**) (en Afrique du Nord et en Amérique du Sud).

**Antirhumatismal - Anti-inflammatoire :** Les feuilles de romarin cuites dans du vin ou en décoction dans l'eau sont utilisées comme compresses en application sur "les gonflements articulaires" et les œdèmes. (**Fournier, 1948 ; Winkelman, 1986**).

Le romarin cuit dans l'huile est indiqué pour les maux de gorge (**Louis, 1979**).

**Stimulant - Revitalisant du cuir chevelu** : L'huile essentielle de romarin entre dans la composition de bain tonifiant et fortifiant pour les enfants. Le romarin entre aussi dans la composition de shampoings.

**Anticonceptionnel** : En Amérique Centrale, le romarin fait partie d'une préparation (avec *Artemisia maritima*) qui pourrait produire une stérilité temporaire (**Duke, 1985**).

**Antiparasitaire** : L'infusion de feuilles et de fleurs dans "l'esprit de vin" entre dans le traitement de la gale et de la pédiculose, Le romarin entre également dans la préparation d'un bain pour se débarrasser de *Phtirius pubis* (**Garnier et al., 1961**).

### 3.1.2. Constitution chimique

- **Huile essentielle** : Représente 1 à 3% de la plante, sa composition ainsi que la concentration dépend fortement des chémotypes. Cependant en termes de nature des composés, les études effectuées sur de nombreux échantillons d'huiles de *R. officinalis* et *tournefortii* ne montrent aucune différence notable. En effet ses principaux constituants peuvent être le 1,8-cinéole, l' $\alpha$ -pinène, camphor, borneol, de l'acétate de bornyl, de la verbénone, du p-cymène ou du myrcène; ils peuvent être accompagnés de  $\alpha$ -caryophyllène, de limonène, de linalool, de  $\beta$ -pinène, de sabinène, de  $\beta$ -terpinène, d' $\alpha$ -terpinéol et de terpinene-4-ol (**Teuscher et al., 2005**)
- **Phénols diterpinés**: constitués principalement d'acide carnosolique (environ 0,35%) qui se dégrade facilement en carnosol, et est accompagné d'isorosmanol, de rosmariquinone, de rosmaridiphénol.
- **Dérivés de l'acide cinnamique (tannins)**: représentent environ 3,5% et sont constitués principalement d'acide rosmarinique (1,1 à 2,5%).
- **Flavonoïdes** : présents sous forme d'aglycones et d'hétérosides comme la cirsimarine, la diosmine, l'hespéridine, l'homoplantiginine (**Manach et al., 2004**)

L'HE de Romarin, en fonction de ses chimiotypes, n'a pas la même composition d'un point de vue quantitatif mais a pratiquement la même composition au niveau qualitatif

La figure 6 Représente la composition chimique des principaux composés d'huile essentielle du romarin dans huit pays différents au cours des années 1998 à 2014.

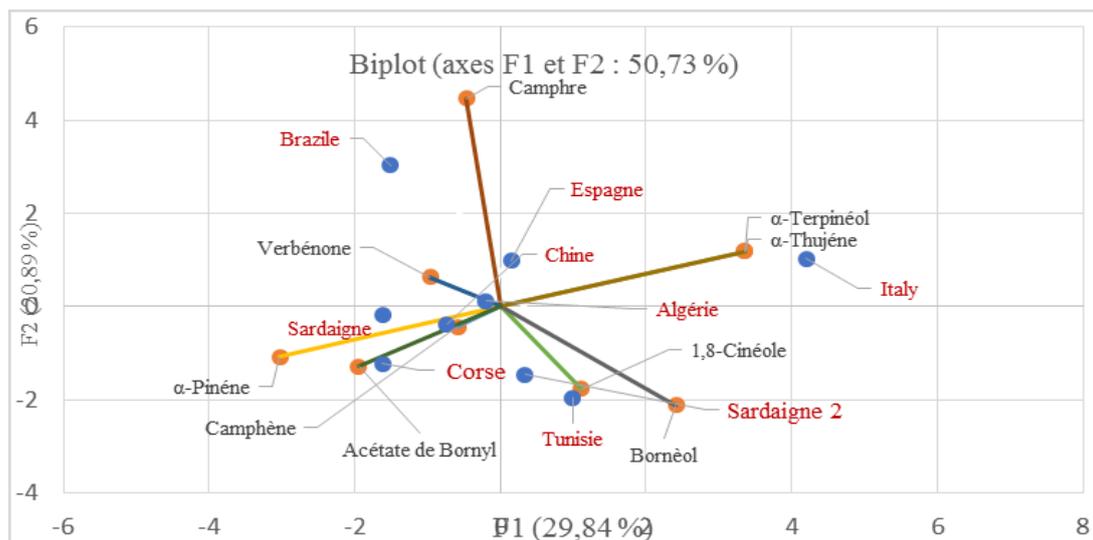


Figure 06 : Analyse en composante principale des composés majoritaires d'HE *Rosmarinus officinalis* (baratta et al., 1998 ; Takayama et al., 2016)

molécules	CT camphre	CT 1,8 cinéole
1,8 cinéole	16-25%	38-55%
Camphre	13-21%	5-15%
Alpha-pinène	18-26%	9-14%
Bornéol	2,0-4,5%	1,5-5,0%
Acétate de bornyle	0,5-2,5%	0,1-1,5%
Verbénone	0,7-2,5%	<0,4%
p-cymène	1,0-2,2%	0,8-2,5%
Myrcène	1,5-5%	1-2%
Camphène	8-12%	2,5-6%
Limonène	2,5-5%	1,5-4%
Beta-pinène	2-6%	4-9%
Alpha-terpinéol	1,0-3,5%	1,0-2,6%

Tableau 01 : Récapitulatif de la composition chimique des différents chémotypes d'huile essentielle de « *Rosmarinus officinalis* » selon la Pharmacopée Européenne.

### 3.1.3. Propriétés biologiques des huiles essentielles de « *Rosmarinus officinalis* » :

Le romarin est un antibactérien, anticancéreux, antidiabétique, anti-inflammatoire, an-tioxydant, anti-thrombotique, anti-ulcérogène, antidiurétique et hépato protecteur.

(Habtemariam, 2016 ; Al-Sereiti et al., 1999)

### 3.1.4. Systématique et Classification botanique de « *Rosmarinus officinalis* »

Selon Quezel et Santa (1963).

Règne :	Végétal
Sous règne :	Cormophytes
Embranchement :	Spermaphytes
Sous Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Eudicots
S .Classe :	Gamopétales
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiacées
Genre :	Rosmarinus.
Espèce :	Rosmarinus officinalis.

- **Nom en français** : Romarin.
- **Nom local en arabe** : Azir, Iklil Aljabal, lhalhal.
- **Période de floraison** : Février à Avril.
- **Couleur des fleurs** : Bleu / Mauve.

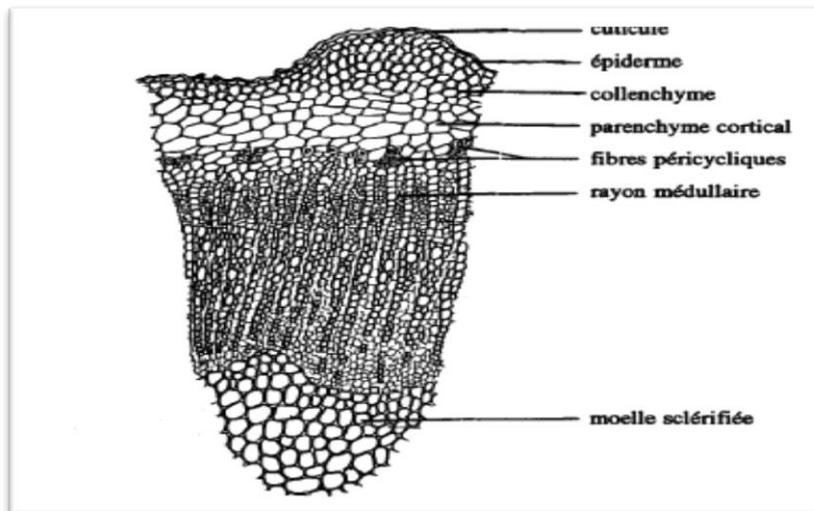
### 3.1.5. Description botanique :

#### Appareil végétatif

**Racine** : la racine du « *Rosmarinus officinalis L.* »Est profonde et pivotante.

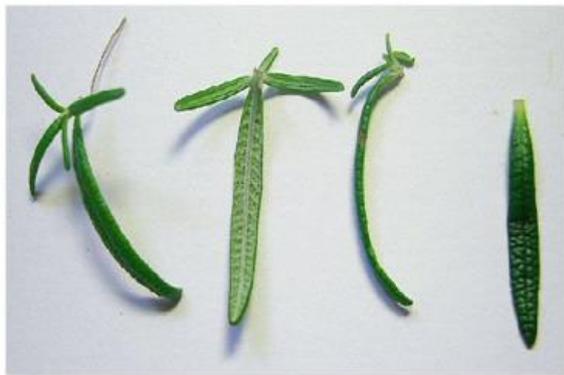
**Tige** : arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètre cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis.

(Sanon., 1992). (Figure 07)

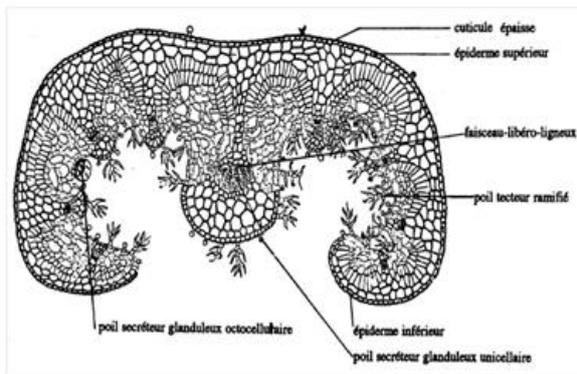


**Figure 07 : Coupe transversale de la tige de *R. officinalis* d'après Alansard (1953)**

- **Feuille** : linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés verdâtre en dessus plus ou moins hispides blanchâtre en dessous de 18 à 50 x 1.5 à 3 mm. Les feuilles sèches dégagent une forte odeur et un goût amer. Elles contiennent jusqu'à 2% d'huile essentielle *oleum Rosmarinus* = *Oleumanthos*, renfermant du Cinéol et du Borneol, des alcaloïdes et des acides organiques. Ces feuilles, voire l'essence de romarin, entrent dans la composition de nombreux produits Antirhumatismaux du fait de leur fortement rubéfiant sur la peau alcool *spritus rasmarinus* (Janvola et Jinistodola, 1983), (Figure 8 et 9).



**Figure 08 : Feuille de « *Rosmarinus officinalis* L » (Source : Academic, 2000-2014)**



**Figure 09 : Coupe transversale de la feuille de *R. officinalis* d'après Balansard (1953)**

### Appareil reproducteur

- **fleurs** : en mai, très courtes grappes axillaires et terminales, Chaque fleur environ 1 cm de long de couleur purpurin ; bleu pâle ou blanchâtre en cloche bilabée à lèvre supérieure ovale entière et à lèvre à 2 lobes lancéolés, Lèvre supérieure en casque légèrement bifide, Lèvre inférieure à 3 lobes dont le médian est large et concave.

Les 2 étamines Sont plus longues que la corolle, L'ovaire présente 2 carpelles surmontées d'un style long courbe et bifide. (Figure 10 et 11)

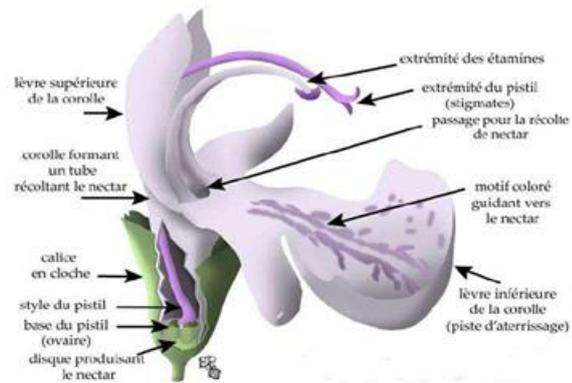
**Diagramme florale:** la fleur est tétra cyclique.

**Formule florale :** Formule florale=  $5S+5P+ 4E+2C$

(**S** : sépales. **P** : pétales. **E** : étamines. **C** : carpelles.)



**Figure 10 :** La fleur de *Rosmarinus officinalis* L.-Source : photo prise par (Valter Jacinto ,2015)



**Figure 11 :** l'organisation de la fleur de *Rosmarinus officinalis* L. (Source : ullmann, 2005)

- **Fruit :** Le fruit a une forme ovoïde, entouré par un calice brun et persistant. L'inflorescence et le calice ont une à pilosité très courte ; l'inflorescence est en épis très courts et les bractées mesurent 1 à 2mm. (**Anonyme, 2014**)(Figure 12)



**Figure 12 :** Fruit de *Rosmarinus officinalis* L. (Source: (Valter Jacinto, 2015).

### 3.1 .6. Distribution/ Habitat

« *Rosmarinus officinalis* » est localisé au niveau des forêts, des broussailles et des matorrals, sur substrats calcaires bien drainés, Il est répandu dans le Rif oriental, le Moyen Atlas oriental, le Haut Atlas Oriental et les hauts Plateaux de l'Oriental. Il se développe dans les bioclimats semi-arides et subhumides à variantes chaudes à fraîches au niveau des étages de végétation thermo méditerranéen et méso méditerranéen, C'est une plante résistante à la sécheresse qui présente des caractères apparents de xérophytisme (petite feuilles etc..). (Anonyme, 2013)

### 3 .2. « *Rosmarinus tournefortii* » (Lamiacées)

**R. tournefortii** Dénommé également **R. Eriocalyx Jord et Fourr** et dont l'épithète signifie calices laineux, se réfère à la frappante couverture de poils dense, En effet cette espèce se distingue par une inflorescence et calice à pilosité double, l'une courte et visibles à l'œil nu, l'autre constituée par de longs poils dressés glanduleux au sommet. Inflorescences plus longues que chez *R. officinalis*, à bractées amples cordiformes, longues de 3-4 mm (Quezel et Santa, 1963), De plus, **R. Tournefortii** possède des feuilles plus petites (5 à 15 mm de long et moins de 2 mm de large) avec des pédoncules floraux à poils denses, Cette espèce est également connue pour avoir une croissance lente avec des hauteurs généralement de 25cm et qui n'excèdent jamais 1m donnant ainsi à la plante un aspect prostré.

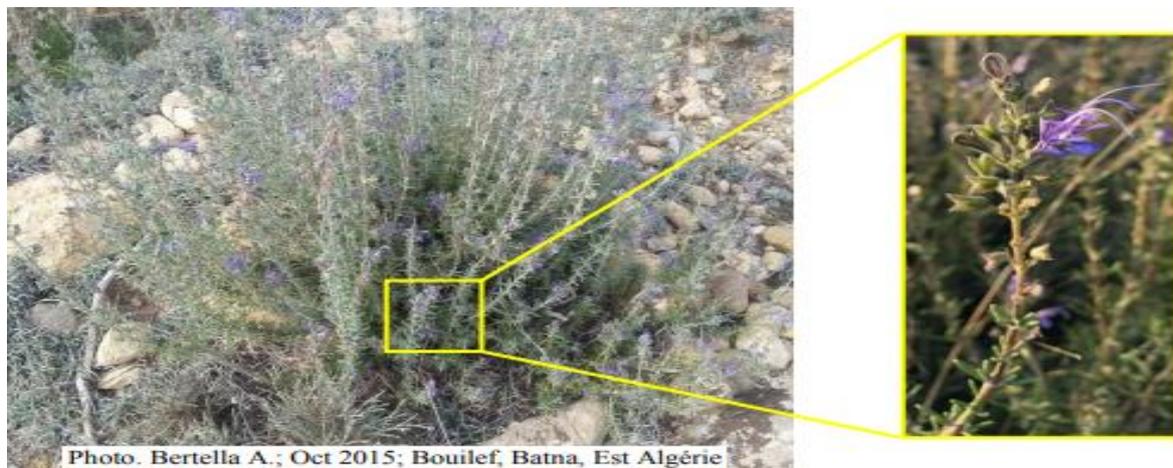


Figure 13 : Plante de *Rosmarinus tournefortii*. (Bertella, 2015)

### 3.2.1. Utilisation thérapeutique en médecine traditionnelle

Depuis l'antiquité, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et dans la survie de l'humanité (**Pierre, 2001; Machiex et al., 2005**) .

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles comme remède à diverses maladies humaines. Ces plantes doivent leur pouvoir thérapeutique à des composés, dits alors actifs (principes actifs), qu'elles renferment. Parmi ces composés potentiellement intéressants, les composés phénoliques qui sont particulièrement utilisés comme antioxydants dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé (**Hirasa et Takemasa, 1998**).

Notons aussi leurs diverses propriétés biologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective, vasodilatatoire...etc (**Middleton et al., 2000 ; Ksouri et al., 2007; Nijveldt et al., 2001**).

L'Algérie dispose d'une grande diversité floristique en particulier saharienne spontanées à des utilisations thérapeutiques très intéressantes (**Hamzaa et al., 2010**) .

En Algérie, **Rosmarinus tournefortii** est une plante médicinale réputée, largement utilisée par les populations locales dans le traitement de plusieurs pathologies, dont certaines maladies infectieuses (**Benbelaïd et al., 2016**).

	La partie utilisée :	Utilisation en médecine traditionnelle :	Le mode d'utilisation :
Biskra :	Toute la partie aérienne	Rhumatisme /Douleurs stomacales /Défaillance de foie	Tisane
Khenchela :	Feuilles	Maladies du cœur/ Estomac/ jaunisse	Infusion
Bouira :	Feuilles	Douleurs stomacales	Infusion
Médéa :	Feuille	Douleurs rhumatismales/ circulation du sang / Excitation de digestion/ Relève le tonus des	Infusion Essence Teinture Sirop

		surmenés et des convalescents / Inflammation de la fonction biliaire / Cosmétique	Extrait sec Extrait liquide
Oran :	Feuilles	Antispasmodique et antirhumatismale	Infusion
Mostaganem :	Feuilles	Rhumatisme	ND
Ain Temouchent :	Toute la partie aérienne	Cellulite /Migraine/ Surmenage / Dépression nerveuse / Entorse	Impuissance – Infusion Inhalation– Massage Embrocation

**Tableau 02 : Principales utilisations du romarin en Algérie. (Outaleb, 2016)**

**3.2.2. Constitution chimiques :** L'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* a été analysée par **CPG-SM**, Les résultats obtenus ont permis d'identifier 369 constituants représentant environ 89,82% de cette essence (Tableau 03). Les principaux composés sont le camphor (35,12%), le camphène (18,63%);  $\alpha$ -pinène (17,00%), Les résultats de l'identification de la composition chimique de l'huile essentielle en % de romarin a révélé 369 composants dont 5 sont majoritaires.

Composants	Temps de rétention	%
Camphene	8.737	18.636
$\alpha$ -pinene	10,117	17,001
Carene	11.563	10.132
Camphor	22.063	35.123
Cinéol	24.132	9.701

**Tableau 8 : Principaux composés chimiques (%) de l'HE de *R.tounefortii* analysée par CG/SM. (Bouchenak et al., 2016)**

Les résultats de L'identification qualitative et quantitative des composés chimiques par CG/SM de l'HE *R. tournefortii* présentés dans le tableau 3. L'analyse chimique a fait ressortir un nombre déterminé de constituants pour cette huile représentant 90,593%, la plus part des substances identifiés sont des mono terpène dont le

camphre est le composé majoritaire dans la composition de cette huile (35,123%), les autres composés mono terpéniques identifiés pour cette même HE ont des teneurs appréciables comme le camphène (18,636%), le  $\alpha$ -pinène (17,001%), et le carène (10,132%), et le 1-8 cinéol (9,701%). Nos résultats sont relativement différents de ceux obtenus par Arland et *al.* (1997) sur la même espèce dont ils retrouvent l'HE constituées de 37% de camphre, 20% de camphène, 18,20% de  $\alpha$ -pinène et 11,40% de carène et 1-8 cinéol, notre étude confirme cette composition mais avec des pourcentages plus au moins différents Selon **Senatore et al. (2000)**, les variations rencontrées dans la composition chimique des HEs, du point de vue qualitative et quantitative, peuvent dépendre de l'un ou de la combinaison des facteurs : le patrimoine génétique, l'âge, Environnement de la plante et la présence de chémotypes. (**Bouchenaket al., 2016**)

### **3.2.3. Systématique et Classification botanique de *Rosmarinus tournefortii***

***Rosmarinus tournefortii*** de Noé est un arbuste très odorant à feuilles persistantes aromatique, et diffère de ***Rosmarinus officinalis***L. par ses feuilles plus petites, seulement 5-15 mm de long et moins de 2 mm de large, densément poilu. L'inflorescence et le calice ont de doubles poils glandulaires, l'un court, l'autre étant constitué de longs poils glandulaires au sommet (**Quézel et Santa, 1962, Naghibi et al., 2005**). Une autre différence par rapport à *Rosmarinus officinalis* L. est sa croissance prostrée et sa faible hauteur (souvent inférieure à 25 cm et ne dépassant jamais 1 m de hauteur) (**Fadel et al., 2011**).

**Systématique de *Rosmarinus tournefortii* de Noé est décrite par Quezel et Santa, (1962)**

<b>Règne :</b>	<b>Végétal.</b>
<b>Embranchement :</b>	<b>Spermaphytes.</b>
<b>Classe :</b>	<b>Dicotylédones.</b>
<b>Ordre :</b>	<b>Lamiales (Labiales).</b>
<b>Famille</b>	<b>Lamiaceae.</b>
<b>Genre :</b>	<b><i>Rosmarinus.</i></b>
<b>Espèce :</b>	<b><i>Rosmarinus tournefortii</i> de Noé.</b>

- **Nom botanique** : *Rosmarinus tournefortii* de Noé.
- **Nom français** : Romarin.
- **Nom vernaculaire** : Klil el-djabal
- **Famille botanique** : Lamiacées

### 3.2.4. Description botanique

La classification botanique complète du genre *Rosmarinus* L. n'a été achevée qu'au début du 20e siècle en raison de l'extrême variabilité des espèces, Le romarin appartient à la deuxième série de la famille des labiées ou Lamiacées qui en compte six. Cette famille, l'une des plus importantes de la flore d'Algérie, compte plus de 200 genres et 3500 espèces. **(Boelens, 1985).**

Arbrisseau de rocaille à l'état sauvage, le romarin, de la famille des lamiacées, peut atteindre 2 m de hauteur, en culture. On le reconnaît, aisément, toute l'année, érigé au milieu des buissons méditerranéens.

#### • Appareil végétatif

- **Feuille** : Ses **feuilles** persistantes sont enroulées sur leurs bords. Elles sont beaucoup plus longues que larges, d'une couleur vert sombre, luisant sur leur face supérieure et à la teinte blanchâtre sur le dessous. **(Martinat, 2020)**
- **Fleur** : Ses **fleurs**, le plus souvent d'une teinte bleu violacé (les blanches sont plus rares) S'agrègent en grappes courtes, de février à mai. Leur **calice** a un aspect duveteux, la corolle est bilabée et dotée de quatre étamines, dont deux dépassent la lèvre supérieure. **(Martinat, 2020)**

#### Appareil reproducteur

- **Le fruit** du romarin, de forme globuleuse, est un tétrakène brun. **(Martinat, 2020)**

### 3.2 .5. Distribution/ Habitat

le *R. tournefortii* est seulement répandu en Afrique du Nord et au sud de l'Espagne ou il est considéré comme endémique. En Algérie les différentes espèces de romarin s'étalent sur une superficie excédant 100 000 hectares **(Bensebia et al., 2009)** sur la bande littorale et hauts plateaux et est dénommé généralement "Klil" ou "M'zir" dans les régions Berbérophones.

## 4. Culture du Romarin

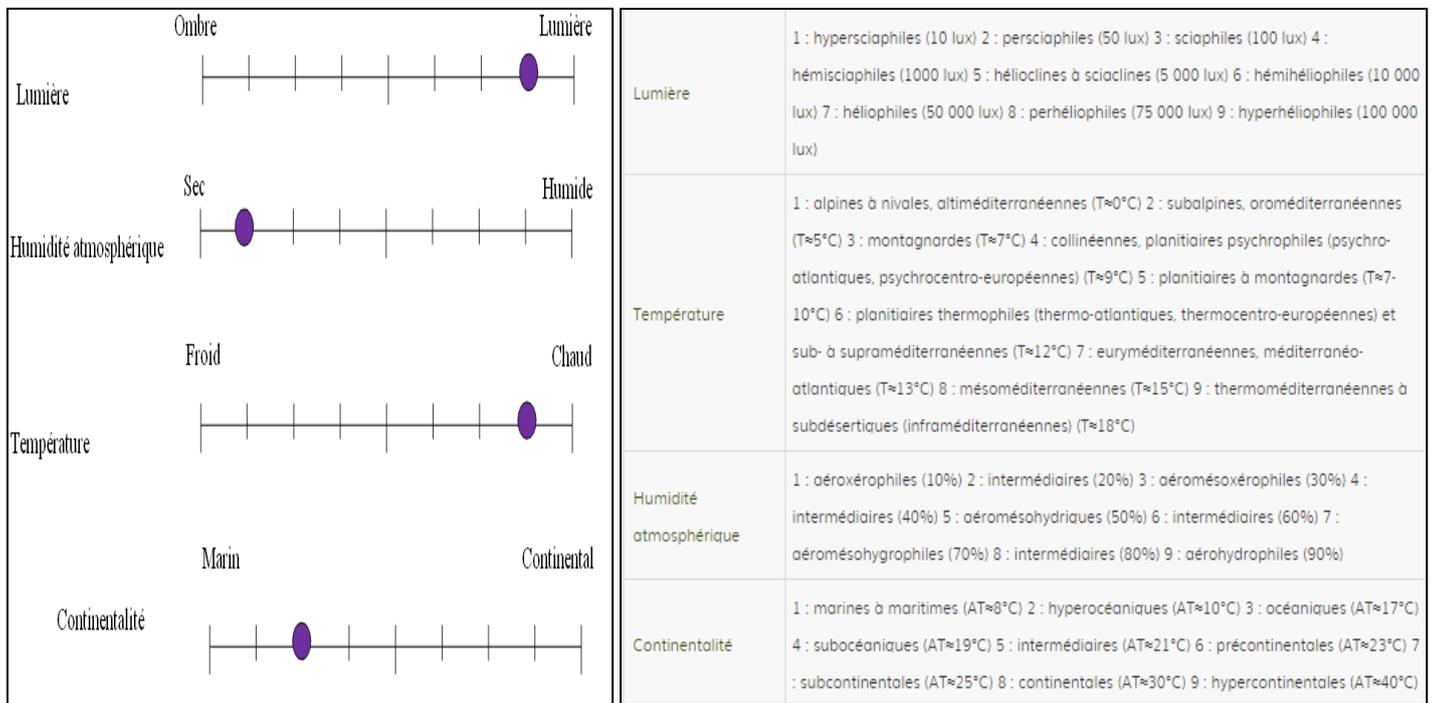
Le romarin est connu depuis la plus lointaine antiquité et l'on a trouvé des rameaux de cette plante dans les tombes égyptiennes des premières dynasties. A Athènes, comme à Rome, le romarin passait pour une plante sacrée, Horace poète et tribun célèbre, lui consacre quelques vers, eu égard à ses très estimables qualités magiques (**Bardeau, 2009**), D'abord cultivé pour ses propriétés thérapeutiques. Le romarin est apparu dans les livres des recettes à partir du XV<sup>e</sup> siècle, (**Wilson et Guylaine, 2008**). Le romarin a été utilisé comme herbe médicinale et aromatique depuis l'Antiquité, bien que ce soit une espèce indigène de la Méditerranée. Le genre *Rosmarinus* ne comprend que trois espèces d'arbustes ligneux indigènes à la région méditerranéenne (**Upton 2000; Harley et al., 2004**), Il s'agit de *R. officinalis* Linné, de loin l'espèce la plus importante et connue (**Bärtels, 1997**), largement cultivée depuis l'antiquité comme une plante herbacée et de jardin, de *R. tournefortii* de Noé et de *R. tomentosus* Huber-Morath Maire, morphologiquement très proches, considérés comme moins aromatiques que *R. officinalis* (**Bärtels, 1997**) et d'introduction plus récente en culture.

### 4.1. Régions de culture

Le romarin possède une aire géographique très vaste, il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux-limoneux, situé dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. *R. officinalis* est répandu sur la plupart des maquis, garrigues et rivages marins alors que le *R. tournefortii* est plus apte à se développer sur les rocailles jusqu'à 1500m d'altitude. Il accompagne souvent le pin d'Alep, la sauge, le thym (**Quezel et Santa, 1963; Gilly, 2005**).

### 4.2. Environnement de culture

Le romarin se cultive dans un endroit ensoleillé (**Rene, 2008**), et les lieux secs et arides, surtout au voisinage du littoral (**Goetz et Ghedira, 2012**) Bien que ce soit une plante aimant les climats chauds, elle supporte les gelées si le sol ne conserve pas l'humidité.



**Figure14 : Optimum écologique : Caractéristiques climatiques d'après (Association Tela Botanica, 2014)**

### 4.3. Types de multiplication

Il se multiplie facilement à l'automne par bouturage ou marcottage ; plus facilement en été par semis car sa germination est lente (**Massaoudi, 2005**). Originaire des régions méditerranéennes, le Romarin pousse spontanément dans le Sud de l'Europe. On le cultive dans le monde entier à partir de semis ou de boutures au printemps. (**Heinrich et al., 2006**).

#### 4.3.1. Le bouturage

On peut faire les boutures au printemps mais je préfère les faire à partir de mi-juillet parce que le romarin a déjà fleuri et au printemps il y a largement assez de choses à faire au jardin. Au printemps prochain, je taillerai le haut de la tige principale pour favoriser une forme buissonnante (**Gloster, 2014**)

#### 4.3.2. Le semis

Seules 40% des graines germent à 20°C en 20 jours dans l'obscurité ; en effet, leur dormance est difficile à lever. C'est pour cela que le semis en pépinière est préféré. Le semis se fait au plus tard début mars, en hors-sol-sable avec repiquages successifs ou en plein air - pleine terre ou en sac-pépinière (dans ce cas, le repiquage au champ se fera deux ans plus tard). (**Gilly, 2005**).

Le semis s'opère sous couches chaudes (processus long (**Scherf, 2012**)) les jeunes pousses sont ensuite repiquées en pleine terre vers la fin du mois de mai. Pour une

culture personnelle, il peut être mis en pot : la plante pourra rester à l'extérieur de mai à octobre puis être Rangée à l'abri du gel pendant l'hiver, dans une pièce lumineuse à environ 10°C. Durant cette période, il n'a pas besoin de beaucoup d'arrosage ; cependant, la motte de terre ne devra pas se dessécher complètement. Une fois plus âgés de quelques années, les plants pourront être rempotés **(Anton, 2005)**.

#### **4 .3.3. Le marcottage**

Le marcottage permet de reproduire le Romarin dans les jardins. Pour cela, il faut éloigner une branche un peu longue de la plante mère et grâce à une pince à linge l'enterrer dans le sol un peu plus loin , Des racines se forment au bout de deux mois ce qui permet de séparer le nouveau plant et de le mettre en terre **(Harding, 2011)**.

Le marcottage du romarin se fait aussi bien à l'automne qu'au printemps.

- Sélectionner un rameau sain de la partie basse de la plante.
- Effeuillez la partie du rameau qui sera enterrée.
- Creuser un trou avec un transplantoir et disposer le rameau de romarin dans le trou.
- Comblent de terre tout en veillant à ce que l'extrémité du rameau soit bien hors de la terre.
- Disposer une pierre sur la partie enterrée pour éviter que le rameau ne sorte de terre.
- Si besoin, placer un tuteur sur l'extrémité de la tige.
- La marcotte a besoin d'environ 6 mois pour bien s'enraciner. Ainsi une marcotted'automne pourra être sevrée au printemps. **(Gourmelen ,2020)**

#### **4.4. Cultures voisines**

La culture du Romarin est favorable à celle des tomates, choux de Bruxelles, carottes, brocolis, choux-fleurs et haricots **(Harding, 2011)**,Il peut être planté à côté de la Sauge et des carottes dont il éloigne la mouche **(Mcvicar, 2009)**.

#### **4.5. Parasites et maladies**

En temps que plante très aromatique, le Romarin a en général une bonne résistance aux maladies et aux parasites (**Mcvicar, 2009**).

#### 4.5.1. Le chrysomèle de romarin

***Chrysolina americana*** : Chrysomèle du Romarin ou chrysomèle américaine de la famille des Chrysoméridés de l'ordre des Coléoptères (insectes à élytres), Elle est originaire du sud de l'Europe et s'est installée de façon tenace en Angleterre, ces dernières années, sur les variétés ornementales de Romarin et de Lavande (*Lavandula*) dans les jardins privés ou publics des villes ou dans les banlieues. Pendant l'été, elle est en dormance sur sa plante-hôte puis reprend son activité fin août, C'est à ce moment là qu'à lieu l'accouplement qui est suivi de la ponte qui se poursuit jusqu'en hiver, L'éclosion des œufs nécessite environ deux semaines.

Les larves en forme de sac (pouvant aller jusqu'à 8 mm de long) mangent les feuilles durant environ quatre semaines avant de s'enterrer pour se métamorphoser. Deux à trois semaines plus tard, les jeunes adultes émergent et forment l'unique génération de l'année. Ils sont vert métallique, rayés de pourpre de façon longitudinale sur les élytres et le thorax, assez globuleux et mesurent environ 8 mm de long, Le Thym (*Thymus*) et la Sauge (*Salvia*), des Lamiacées se font également attaquer par ce ravageur (**Alford, 2013**).



Figure 15 : Chrysomèle du Romarin ou chrysomèle américaine (photo: H. Bouyon).



Figure 16 : Larve de chrysomèle sur romarin (lien :[www.insectesnet.fr/chrysoline/images/chryso10gf.jpg](http://www.insectesnet.fr/chrysoline/images/chryso10gf.jpg)Lien)

#### 4.5.2. La maladie des bouts en crosse du Romarin

D'après l'Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques (2015), L'agent pathogène est *Botrytis cinerea* un champignon de la

famille des Sclérotinacés (Ascomycètes). Les symptômes sont de deux types sur le Romarin : Les rameaux, le plus souvent d'un seul pied, brunissent complètement (d'abord jaunissement puis une lésion à côté des pièces florales dernièrement apparues puis brunissement), Des pièces florales momifiées et des feuilles sèches sont caractéristiques. En général, cette nécrose ne s'étend pas ; mais elle peut parfois atteindre une ramification inférieure et ainsi être à l'origine d'un dessèchement de toute une partie de la plante. Si la saison est pluvieuse, ce symptôme est plus fréquents ; il apparait en avril ou en septembre Les rameaux brunissent aux extrémités qui se courbent et se dessèchent, donnant la forme d'une "crosse". Des "couettes" sont formées par des pousses axillaires d'au-dessus des pièces florales se nécrosant. Ces symptômes observables au cours de la floraison de février à juin ainsi que sur les jeunes pousses de l'année, à la fin de l'été, sont les plus fréquents. Le cycle de *Botrytis* dure 4 jours dans des conditions optimales. Les spores du champignon "germent" et l'hyphe pénètre dans les tissus soit en passant par les blessures soit en traversant la cuticule, Elle croit et produit un mycélium sur tous les tissus nécrosés, sénescents et/ou morts, C'est ainsi que le champignon entraîne la pourriture des tissus touchés, Le *Botrytis* se reproduit de façon asexuée par des conidies portées par des conidiophores, Ces conidies sont dispersées par l'intermédiaire des courants d'air, du vent, de la pluie et des éclaboussures d'eau ; ou par simple contact du mycélium avec des tissus sains. Les pièces florales du Romarin sont utilisées comme base nutritive par le champignon pouvant ainsi pénétrer au niveau des pousses. La lésion se poursuit vers le bas et est à l'origine des symptômes caractéristiques. À l'heure actuelle, aucun moyen de lutte biologique n'a été autorisé contre le *Botrytis* sur le Romarin, Il existe par contre des produits chimiques autorisés dans cette lutte. (Leplat, 2017).

#### 4.5.3. La cochenille australienne

*Icerya purchasi* : Cochenille australienne de la famille des Margarodidés de l'ordre des hémiptères (insectes à deux paires d'ailes) (Figure 36). Cette cochenille serait originaire d'Australie et aurait été introduite dans le reste du monde via le commerce international, Cette cochenille a été retrouvée pour la première fois sur *Rosmarinus officinalis* en Grèce en 2008 (auparavant en Slovénie en 1954), Elle affectionne particulièrement les tiges du Romarin ainsi que ses feuilles.

*I. purchasi* est plutôt connue pour se nourrir sur des plantes de différents genres dont les *Citrus*. La cochenille australienne se distingue facilement des autres cochenilles. Les

femelles matures (réellement hermaphrodites) ont un corps brillant rouge orangé, jaune ou marron, Le corps est partiellement ou totalement recouvert de cire jaunâtre ou blanche. **(Leplat, 2017)**, La caractéristique la plus marquante est le gros sac d'œufs pouvant être fréquemment 2 à 2,5 fois plus long que le corps, Il peut contenir environ 1000 œufs rouges, Les œufs éclosent, selon la température, au bout de quelques jours ou jusqu'à deux mois après, Les nymphes venant d'éclore sont rouge brillant avec des antennes sombres et de fines pattes brunes, Les antennes ont six segments. C'est le premier stade de dispersion ; les nymphes peuvent être dispersées par le vent vers de nouveaux emplacements, ramper vers des plantes voisines ou peut être "faire du stop" sur d'autres animaux, Après trois mues, la femelle adulte commence à pondre des œufs et sécréter le remarquable sac d'œufs. Une fois celui-ci formé, l'abdomen devient plus incliné jusqu'à ce qu'il paraisse tenir droit au-dessus de sa tête. **(Papadopoulou et Chryssohoides, 2012)**.



**Figure 17: *Icerya purchasi* d'après Wikimedia commons (2015)**

#### **4.5.4. Les cicadelles « *Eupteryx sp* »**

Les cicadelles sont des insectes nuisibles des Lamiacées, appartenant à la famille des Cicadellidés de l'ordre des hémiptères (insecte à deux paires d'ailes dont l'une, en partie cornée, est transformé en hémélytre), **(Leplat, 2017)**



### Figure 18 : *Eupteryx decemnotata* (Originale ,2021)

Les deux espèces les plus répandues sont : *Eupteryx decemnotata* et *Eupteryx elis*. *Eupteryx decemnotata* est originaire d'Europe et a récemment connu une expansion rapide, Elle est petite, moins de 3 mm de long. La présence de 5 paires de taches voyantes sur la tête permet de la distinguer des autres espèces. L'étendue de ces taches peut être variable ; chez des individus très pigmentés, des taches voisines sur le sommet peuvent fusionner. *Eupteryx melissae* est très répandue dans le nord des Etats-Unis. Elle possède des motifs similaires sur les ailes mais moins de taches sur la tête (en général 5, maximum 7 taches). . (Leplat, 2017), En outre, l'édéage (organe reproducteur mâle) diffère d'une espèce à l'autre. Il a des arrêtes latérales dentelées et des appendices latéraux non croisés chez *E. decemnotata*, Alors que chez *E. melissae*, les arrêtes latérales sont lisses et les appendices se croisent sur le ventre, D'autres espèces d'*Eupteryx* ont été retrouvées aux Etats-Unis et au Canada, En Europe, *E. decemnotata* ressemble beaucoup à *E. zelleri*. (Leplat, 2017), Les plantes hôtes d'*E. decemnotata* sont toutes membres de la famille des Lamiacées : *Rosmarinus officinalis*, *Melissa officinalis*, *Thymus* spp, *Mentha piperita*, *Thymus vulgaris*, *Nepeta cataria*, *Salvia officinalis*, *Nepeta* spp, *Origanum vulgare*, *Ocimum basilicum*, *Oiriganum majorana*. Tandis que *E. melissae* a une gamme de plantes hôtes plus grande, incluant au moins une espèce de la famille des Malvacées, Comme les cicadelles de la sous-famille des Typhlocybinés, *E. decemnotata* est un mangeur mésophile (croissance à des températures de **20-40°C**).Lorsque l'insecte perce les cellules et retire leur contenu en les laissant vides, remplies d'air, il cause de nombreux dommages et laisse un pointillé caractéristique. En Europe, la population peut être élevée, causant des dommages significatifs aux plantes, Des plants cultivés ont été sévèrement endommagés par Ces espèces en Allemagne, Grèce et Suisse. En Californie, une grande population est à l'origine de graves pointillés sur le bas de vieilles feuilles de *Rosmarinus officinalis* (variété verticale). (Rung et al., 2009)

#### 5. Récolte du Romarin

La récolte s'effectue tout au long de l'année. Prélevez les jeunes rameaux à l'aide d'un petit sécateur ou d'une lame bien aiguisée. Vous pouvez consommer les feuilles fraîches ou les faire sécher et les conserver dans une boîte hermétique (**Chéritel, 2019**).

De manière générale, la récolte d'une plante est réalisée quand les principes actifs sont à leur maximum, afin de pouvoir compter sur des effets utiles et constants. Les feuilles et tiges herbacées sont récoltées lorsque la fleur commence à se développer, 12 à 18 mois après plantation. (**Reclu, 2004**).

Les feuilles se récoltent toute l'année mais sont plus parfumées l'été, Il faut donc les cueillir à cette période. La récolte se fait par temps chaud et sec soit deux ou trois heures après le lever du soleil quand la rosée s'est dissipée. (**Reclu, 2004 ; Gilly, 2005 ; Harding, 2011**).

## **6. Contrôle qualité**

Dans la définition de **la Pharmacopée Européenne**, une HE «ne doit être ni partiellement, ni totalement déterpénée ou dé-sesquiterpénée, Elle ne doit pas être rectifiée par distillation fractionnée, ce qui serait susceptible de modifier sa composition, Elle ne doit pas avoir été modifiée par suppression, ni partielle, ni totale, de l'un ou de plusieurs de ses composants».Selon les référentiels classiques (**Pharmacopée Européenne, ISO, AFNOR**), l'évaluation de la qualité des HE est réalisée par la mesure d'un certain nombre d'indices et des analyses chromatographiques simples :

**a-Indices physiques** : densité relative, indice de réfraction, angle de rotation optique, point de solidification, résidu d'évaporation, miscibilité dans l'éthanol, éventuellement recherche d'huiles grasses ...

**b-Indices chimiques** : indice d'acide, indice d'esters, indice de peroxyde, indice de carbonyle...

### **c-Analyses chromatographiques**

**Chromatographie sur couche mince (CCM)** : Elle permet une mise en évidence rapide et une analyse de routine des principaux constituants.Cette technique est souvent insuffisante, on lui préfère la CPG,

**Chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP)** : Cette technique est peu intéressante pour les fractions volatiles. Néanmoins, elle est

efficace pour s'assurer de l'authenticité des HE de *Citrus*, qui renferment des composants non volatiles comme les furanocoumarines,

**Chromatographie en phase gazeuse (CPG) : (Pharmacopée, ISO, AFNOR) :** c'est la méthode de choix qui permet de réaliser le profil chromatographique de l'HE.

### 6.1. Contrôles organoleptiques

**Les normes ISO (1342:1988) et la Pharmacopée** exigent : l'aspect, la couleur, l'odeur et la viscosité. Tandis que la saveur après dilution dans une solution hydro alcoolique sucrée n'est exigée que par la Pharmacopée, Lorsqu'une HE vieillit, elle s'oxyde ce qui modifie ses caractères organoleptiques Ces examens sont à faire par le consommateur avant chaque usage d'HE. Les informations données par **les normes AFNOR** pour l'HE de *Rosmarinus officinalis* sont :

- **Aspect** : liquide mobile, limpide.
- **Couleur** : liquide incolore à jaune pâle ou jaune verdâtre.
- **Odeur** : caractéristique : agreste (champêtre), cinéolée, plus ou moins camphrée.

### 6.2. Constantes physiques

Les essences et les huiles essentielles ont des propriétés physiques communes, qui peuvent cependant varier en fonction de leur composition chimique. **(Franchomme et Pénéoël, 2001)**

#### 6.2.1. Densité

La densité est le rapport de la masse d'un liquide (ici l'HE) à la masse d'eau occupant le même volume à la température de 20 °C. La plupart des HE sont plus légères que l'eau ; si elles contiennent des phénols, elles sont plus denses. **(Faucon, 2012).**

#### 6.2.2. Indice de réfraction

L'indice **de réfraction** reflète le changement de direction subi par un rayon lumineux passant d'un milieu optique à un autre (par exemple de l'air à l'huile essentielle), à **20°C**. Dans le cas des huiles essentielles, l'indice de réfraction est généralement élevé. **(Franchomme et Pénéoël, 2001 ; Fernandez et Chemat, 2012)**, L'indice de réfraction est utilisé pour l'identification et comme critère de pureté des huiles essentielles et de composés liquides divers.

La Pharmacopée Européenne indique un indice de réfraction allant de 1,464 à 1,473. Les indices de réfraction retrouvés dans **les normes AFNOR** sont répertoriés dans le Tableau 04.

Chémotypes	1,8 cinéole	Camphre
Indice de réfraction minimum	1,464 0	1,464 0
Indice de réfraction maximum	1,470 0	1,472 0

**Tableau 04 : Indice de réfraction des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR.**

### 6.2.3. Pouvoir rotatoire

Le **pouvoir rotatoire**, caractéristique des molécules chirales, exprime la capacité qu'elles ont à dévier la lumière polarisée. Il s'agit de l'angle, exprimé en milli radians ou degrés d'angle, selon lequel tourne le plan de polarisation d'une radiation lumineuse lorsqu'elle traverse une solution contenant des molécules chirales. La mesure, réalisée avec un polarimètre, se fait selon la norme **AFNOR(2000)** Pour les valeurs positives, la substance étudiée sera dite dextrogyre et lévogyre pour les valeurs négatives. Les huiles essentielles sont actives sur la lumière polarisée de manière très variable en fonction de la nature et de la concentration des différentes molécules chirales qu'elles contiennent. **(Fernandez et Chemat, 2012 ; Faucon, 2012)**. Si le pouvoir rotatoire présente un résultat différent des normes, cela prouve une falsification de l'HE. **(Faucon, 2012)**

Le pouvoir rotatoire spécifique est exprimé par la loi de **Biot**:

$$[\alpha]_{Dt} = \alpha / L \cdot c$$

Dans laquelle:

$\alpha$ : Valeur de l'angle de déviation de la lumière polarisée lue sur le polarimètre.

**L**: Longueur de la cellule exprimée en dcm.

**c** : Concentration de la solution à examiner en g/100 mL

D'après la **Pharmacopée Européenne**, l'angle de rotation optique va de **-5°** à **+8°**. Les valeurs recommandées par **les normes AFNOR** sont répertoriées dans le Tableau 05.

Chémotypes	1,8 cinéole	Camphre
Pouvoir rotatoire minimum	-2°	-5°
Pouvoir rotatoire maximum	+5°	+8°

**Tableau 05 : Pouvoir rotatoire des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR.**

#### 6.2.4. Miscibilité à l'éthanol

La miscibilité à l'éthanol à **20°C** désigne la capacité de l'HE à se mélanger à de l'éthanol. (Leplat, 2017). Les normes AFNOR indiquent des différences en fonction des CT d'HE de Romarin:

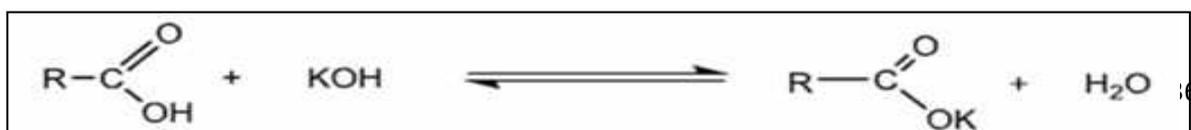
- **Types Tunisie et Maroc (1,8 cinéole)** : afin d'obtenir une solution limpide, il ne doit pas être nécessaire d'utiliser plus de **2** volumes d'éthanol à **80%** (fraction volumique) avec **1** volume d'HE.
- **Type Espagne (camphre)** : afin d'obtenir une solution limpide, il ne doit pas être nécessaire d'utiliser plus de **3** volumes d'éthanol à **90%** (fraction volumique) avec **1** volume d'HE.

#### 6.3. Analyses chimiques

Les H.Es sont caractérisées par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, d'ester, d'iode et de carbonyle) permettant d'évaluer la nature des composés organiques (Acide, ester, alcène, carbonyle) présents dans l'essence.

##### 6.3.1. Indice d'acide

**I.A** :C'est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (**KOH**) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans **1g** d'HE, Les acides libres sont neutralisés par une solution Ethanol titrée d'hydroxyde de potassium, c'est-à-dire la mesure de l'indice acide réalisée par titrage. (Boukhatem et al., 2010)



La teneur en acides libres augmente avec le temps ; l'indice d'acide permet de juger l'état de détérioration d'une HE.

• **Calcul de l'indice d'acide :**

L'indice d'acide (**I.A**) est donné par l'équation suivante :

$$I.A = (56.11 \times N \times V) m$$

Et **V** : est le volume en millilitres de solution d'hydroxyde de potassium utilisé pour le titrage.

**M** : est la masse en grammes de la prise d'essai

**5,61** : correspond à 0,1 mole/l de KOH ajoutée.

L'IA est identique dans les normes **AFNOR** (Tableau 06) et la **Pharmacopée Européenne**

Chémotypes	1,8 cinéole	Camphre
IA maximum	1.0	1.0

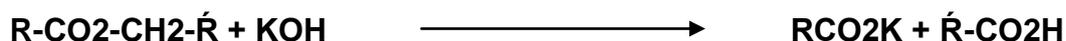
**Tableau 06 : Indice d'acide des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes d'après les normes Afnor.**

- **Mode opératoire :** A l'aide d'une balance analytique, Peser **56 mg de KOH** puis on les met dans **100 ml d'éthanol**, puis on agite vigoureusement pour bien homogénéiser. On introduit **1g** de l'HE un bécher. On ajoute **10 ml d'éthanol** neutralisé et **3 gouttes** au maximum **d'indicateur**, soit la **solution de Phénolphtaléine**.

Titre le liquide avec la solution de **KOH** contenue dans la burette quelques secondes, Après le virage de la couleur vire vers le rose, on arrête le titrage, Noter le volume de solution de **KOH** utilise.

**6.3.2. Indice d'ester :** L'indice d'ester, est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libérés par hydrolyse des esters contenus dans un gramme d'huile. (**Afnor, 2000**)

Hydrolyse des esters par chauffage, dans des conditions définies, en présence d'une solution éthanoïques titrée d'hydroxyde de potassium, et dosage de l'excès par une solution titrée d'acide chlorhydrique :



- **Protocole expérimental:** On introduit dans un ballon de **100 ml**, **1g** d'H.E et **25mL** d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium (**KOH**) 0,5 M à l'aide d'une burette, ainsi que quelques pierres ponce. L'ensemble est porté au reflux pendant **1h**. Après refroidissement de la solution, on ajoute **20 mL** d'eau distillée et **5** gouttes de phénolphaléine. L'excès de **KOH** est titré avec une solution d'acide chlorhydrique (**HCl**) 0,5N jusqu'à la disparition de la couleur rose. Une opération à blanc est réalisée dans les mêmes conditions que précédemment. L'indice d'ester (**IE**) est calculé à l'aide de la relation suivante:

$$\text{IE} = 28,05/m \times (\text{V}_0 - \text{V}_1) - \text{IA}$$

**V<sub>0</sub>**: Volume en mL de la solution d'HCl (0,1N) mesuré pour l'essai à blanc.

**V<sub>1</sub>**: Volume en mL de la solution d'HCl (0,1N) mesuré pour le calcul de le.

**m** : Masse en g de la prise d'essai.

**IA** : Valeur d'indice d'acide.

L'indice de saponification (**IS**) est déterminé à partir d'IE et **IA**.

$$\text{IS} = \text{IE} + \text{IA}$$

**IS**: L'indice de saponification.

**IA** : L'indice d'acide.

**IE**: L'indice d'ester.

### 6.3.3. Indice d'ester après acétylation

L'indice d'ester après acétylation est déterminé après acétylation (introduction d'un groupement **acétyle -CO-CH<sub>3</sub>** à la place d'un hydrogène sur un atome) par l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium (**Leplat, 2017**).

Les normes **AFNOR** demandent les valeurs répertoriées dans **le tableau 07**.

Chémotypes	1,8 cinéole	Camphre
Indice d'ester après acétylation minimum	30	30
Indice d'ester après acétylation maximum	72	55

**Tableau 07 : Indice d'ester après acétylation des huiles essentielles de Romarin à 20°C selon les chémotypes, d'après les normes AFNOR.**

#### **6.3.4. Point éclair**

Le point éclair est la température à laquelle s'enflamme l'HE. **(Leplat, 2017)**

Le point éclair des HE de Romarin (tous CT confondus) est d'en moyenne **+43°C**, d'après les normes **AFNOR**.

### **7. Conservation**

La conservation des huiles essentielles est difficile, ceci est dû à l'instabilité de leurs molécules. De ce fait, les possibilités de dégradation sont nombreuses. Il est possible de limiter celles-ci en utilisant des flacons de faible volume en aluminium, en acier inoxydable ou en verre brun, entièrement remplis et fermés de façon étanche, stockés à basse température, ou conservés sous atmosphère d'azote. **(Bruneton, 1993)**. La durée de conservation d'une HE est de **12 à 18 mois (Raynaud et Blanchet, 2006)**, à une température maximale de **25°C (Deqm, 2013)**.

### **8. Les insecticides**

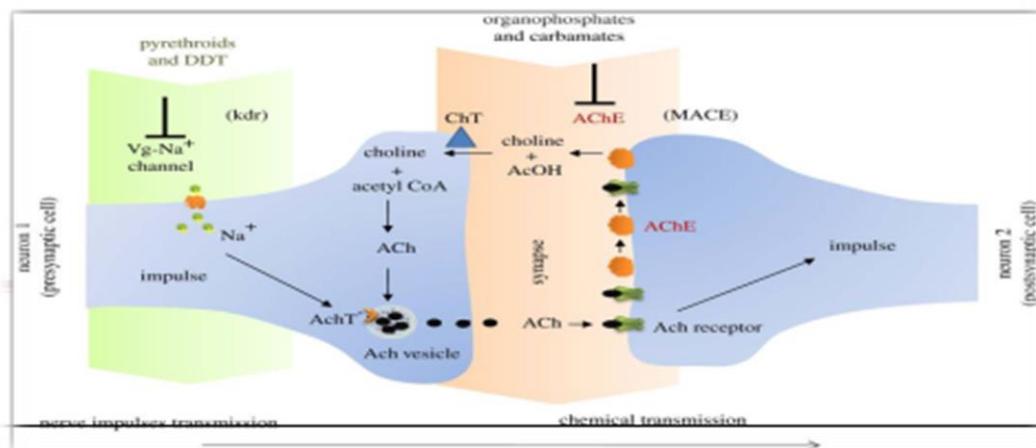
Les insecticides sont des substances qui permettent l'élimination des arthropodes. Ils peuvent être utilisés contre les larves et/ou les œufs (larvicides) ou encore contre les adultes, ils doivent être nocifs vis à vis des insectes ravageurs mais aussi relativement inoffensifs pour les organismes non cibles. **(Louat, 2013)**

#### **8.1. Les insecticides naturels et synthétiques**

**Les insecticides naturels :** Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux contre les ravageurs. En effet, l'utilisation de ces derniers était connue depuis longtemps comme agents de lutte contre les insectes **(Crosby et al., 1966)** comme le pyrèthre, la

nicotine et la roténone; ainsi que les pyréthrine considérés comme des insecticides naturels extraits de plantes (**Aligon et al., 2010**), Ces insecticides biologiques sont caractérisés par une innocuité écologique, par l'abondance de leurs matières premières dans certains pays et donc leur faible coût de fabrication, présentant ainsi un grand intérêt dans la protection de masse (**Combemale, 2001**).

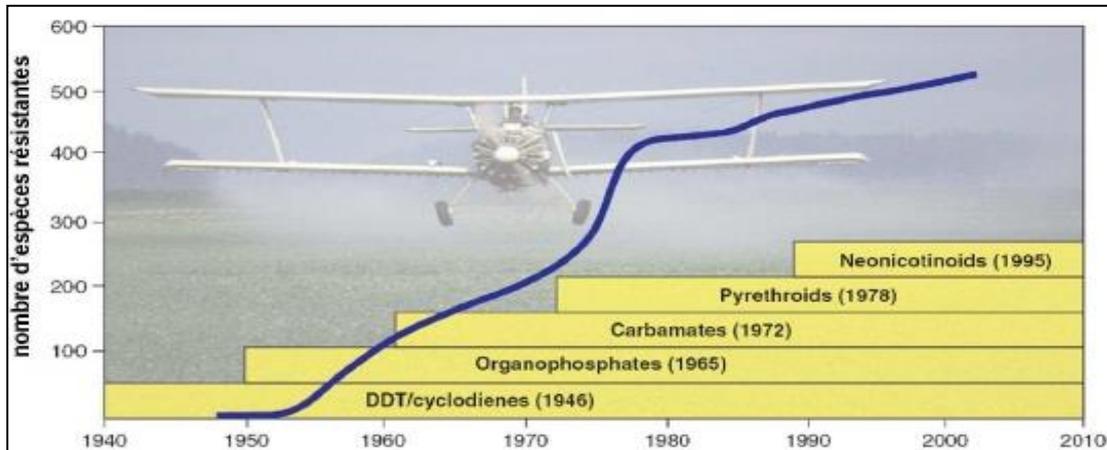
**Les insecticides synthétiques :** Les insecticides de synthèse sont actuellement les moyens utilisés pour protéger les grains stockés. Cependant, cette lutte chimique a été associée à des dangers, comme la pollution de l'environnement, la toxicité humaine, le développement de la résistance aux insecticides. (**Sharma et al., 1998 ; Blanc et al 1995 ; Zettler et al., 1990**). Depuis le développement des insecticides synthétiques au cours du siècle dernier, cette stratégie est devenue la mesure la plus courante pour le contrôle des moustiques, Elle inclut l'application de larvicides et d'adulticides. Plus de 95 % des insecticides visant les moustiques sont des neurotoxiques perturbant de diverses façons la propagation de l'influx nerveux. Au terme de leur action, l'insecte meurt de paralysie. Ils agissent essentiellement par contact et inhalation. Les principaux obstacles sont les problèmes de toxicité pour les organismes non cibles, et les phénomènes de résistances observés de plus en plus fréquemment (**Moyes et al. , 2017**).



**Figure 19 : Site cible de l'insecticide synthétisé (David et al., 2013).**

## 8.2. Résistance aux insecticides

« Un changement héréditaire dans la sensibilité d'une population de nuisibles qui est reflété par l'échec répété d'un produit à atteindre le niveau de contrôle attendu quand utilisé selon les recommandations fournies sur l'étiquette pour cette espèce de nuisibles » -- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) (**Wang, 2018**).



**Figure 20 : Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps. La ligne bleue correspond au nombre d'espèces résistantes, les bandes jaunes signifient depuis quand la classe d'insecticides est utilisée et la date entre parenthèse l'année où la résistance a été documentée pour la première fois (Denholm et al., 2002).**

### 8.2.1. Les différents types de résistances

Il existe plusieurs types de mécanismes impliqués dans la résistance aux insecticides, Ces mécanismes peuvent être comportementaux (comportement différent de l'insecte en présence de l'insecticide), physiologiques (modifications au niveau de la cuticule ou modifications du métabolisme) ou encore par modifications au niveau des cibles de l'insecticide. (**Louat, 2013**)

- **La résistance comportementale** : La résistance comportementale correspond à un changement de comportement suite à une exposition aux insecticides. Ce mécanisme permet de réduire ou d'éviter le contact avec ces produits toxiques et donc d'améliorer la survie de l'insecte. (**Wang et al., 2004**).

Cependant, ces mécanismes ont été peu étudiés car un changement de comportement est difficilement quantifiable (**Haubruge et Amichot, 1998**).

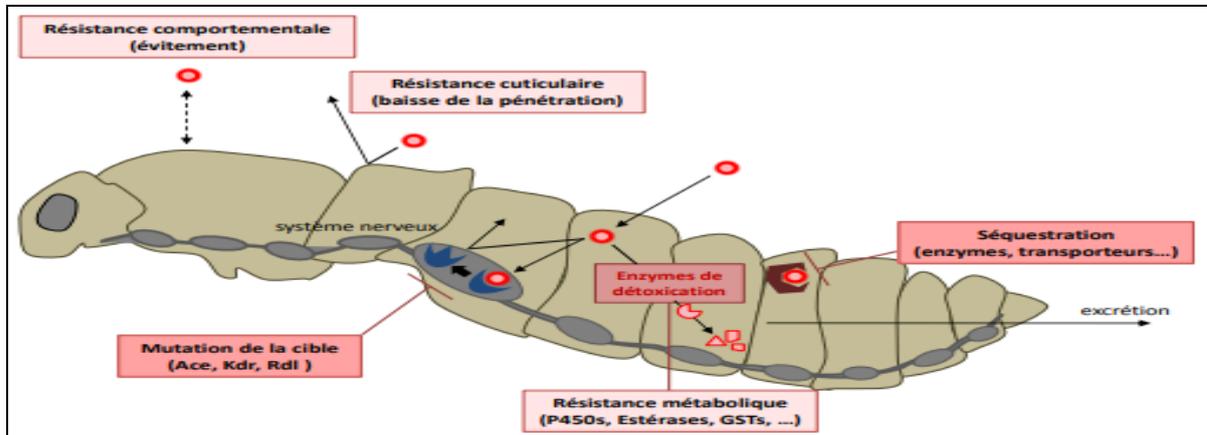


Figure 21 : Principaux mécanismes de résistance aux insecticides chimiques (selon J.P. David, H.M. Ismail et M.I. Paine,)

- **La résistance cuticulaire** : Ce mécanisme correspond à un ralentissement de la pénétration d'un insecticide à travers la cuticule de l'insecte grâce à une modification biochimique de celle-ci. Cette cuticule qui joue le rôle de protection de l'organisme vis-à-vis du milieu extérieur est riche en lipides. Les insecticides lipophiles comme les pyréthrinoides ou les organophosphorés vont pouvoir passer cette barrière biologique par diffusion puis être transportés via l'hémolymphe jusqu'aux organes cibles. (Louat, 2013).
- **La résistance via une évolution des cibles de l'insecticide** : Un changement conformationnel de la protéine cible de l'insecticide peut provoquer une diminution de la capacité de liaison de l'insecticide et donc une diminution de son effet. Dans la plupart des cas, ce type de résistance s'explique par la présence d'une mutation qui entraîne une substitution d'un ou plusieurs acides aminés dans la séquence protéique de la cible de l'insecticide (French-Constant et al., 2004).
- **La résistance métabolique** : Les insecticides doivent atteindre leurs cibles pour exercer leurs effets toxiques. Avant de les atteindre, ils sont transportés à travers l'organisme où ils subissent un processus de biotransformation comme de nombreux composés étrangers à l'organisme (xénobiotiques). (Louat, 2013)  
Ce processus biochimique implique des enzymes à large spectre de substrats appelées enzymes de détoxification. Elles permettent de transformer des composés lipophiles comme les insecticides en composés hydrophiles non toxiques facilement excrétables par l'insecte. Ces enzymes de détoxification, qui sont retrouvées chez les vertébrés comme chez les invertébrés, peuvent intervenir au cours de la phase I ou de la phase II du métabolisme. (Louat, 2013)

### 8.2.2. Mécanismes biochimiques de résistance

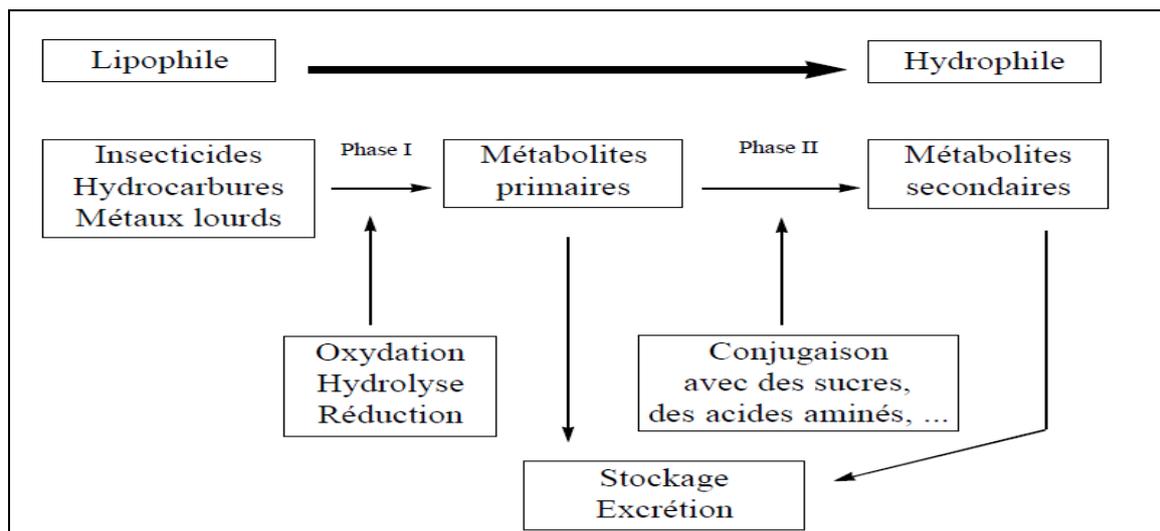
Au moment où l'insecte entre en contact avec l'insecticide, ce dernier pénètre dans l'organisme et atteint, plus ou moins rapidement, au niveau cellulaire, les protéines et les enzymes ciblent dont il entrave le fonctionnement normal. On distingue à cet égard deux types de modifications :

-une activité accrue des systèmes de dégradation des xénobiotiques (et donc des insecticides) .

-une modification de la cible de l'insecticide devenant capable de fonctionner correctement malgré la présence d'insecticide. Les mécanismes de dégradation des molécules contenues dans les insecticides se situent au niveau cellulaire. **(Haubruge et Amichot., 1998).**

Il en existe de différentes natures : modification des molécules ciblées par les insecticides, stockage des toxines loin des tissus sensibles ou « séquestration », surproduction d'une ou plusieurs enzymes, conjugaison de ces substances avec des métabolites préexistantes qui favorise ensuite l'excrétion, etc.

Tous ces mécanismes de résistance sont très compliqués d'autant plus que les molécules conjuguées ne sont ni faciles à détecter ni à analyser, Ils constituent un large spectre d'actions qui peuvent être comparés à des systèmes immunitaires



**Figure 22 : Processus biochimiques mis en œuvre pour métaboliser les substances toxiques absorbées par l'insecte.**  
**(Biochemical processes involved to metabolize the toxic substances absorbed by the insect.) (Haubruge et Amichot, 1998).**

### 8.2.3. Modification de la cible

La résistance par modification de la cible est due à des mutations ponctuelles qui limitent l'affinité de la protéine cible pour l'insecticide (revue dans (**Hollingworth et Dong, 2008**)).

Plus de 90 % des insecticides de synthèse sont des organophosphorés, des carbamates et des pyréthriinoïdes, avec des sites d'action localisés dans le système nerveux. Parmi les cibles moléculaires, les trois plus importantes sont : le canal sodium "voltage-dépendant" (**Csvd**), **b**-l'acétylcholinestérase (**AChE**) et le récepteur de l'acide gamma aminobutyrique (**GABAr**). (**Haubruge et Amichot, 1998**)

## 9. Les phytostimulants

La terminologie relative aux produits de stimulation est évolutive et diversifiée. On retrouve sous le terme : « biostimulant » de nombreux produits qui ont été qualifiés comme: stimulant biogénique, stimulateur métabolique, régulateur positif de la croissance des plantes, éliciteur, préparation allélopathique, conditionneur de plantes, phytostimulant, biofertilisant. (**Faessel et al., 2014**)

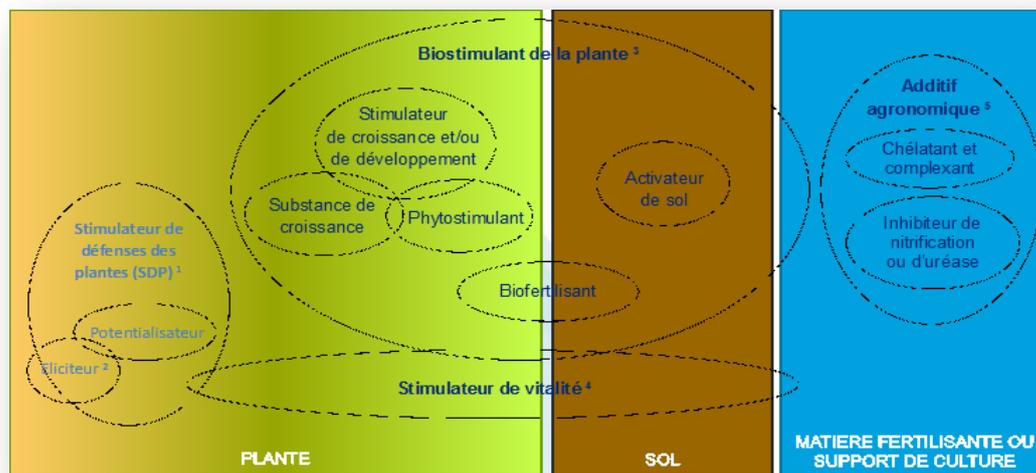


Figure 23 : Cartographie terminologique des biostimulants (**Faessel et al., 2014**).

### 9.1. Définition des biostimulants

« Un Biostimulant est un produit d'origine biologique qui améliore la productivité des plantes consécutive à des propriétés émergentes provoquées par les complexes de constituants, et non comme seule conséquence de la présence de nutriments essentiels, de régulateurs de croissance des plantes ou de composés protecteurs des plantes, connus ». (**Yakhin et al., 2017**).

Selon les travaux de différents auteurs (**Yakhin et al., 2017**), on retrouve par exemple les substances humiques décrites comme des amendements de sols pour la santé des plantes, tandis que les PGPRs (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) sont classés comme des biofertilisants, phytostimulants et biopesticides. Un **phytostimulants** est une substance qui, dans certaines conditions, va favoriser la nutrition ou la croissance et le développement de la plante, Son apport à un système de culture permettrait d'obtenir une récolte à un niveau (qualitatif ou quantitatif) que l'absence d'apport n'aurait pas permis d'atteindre. Ces définitions n'empêchent nullement qu'un produit puisse avoir simultanément les fonctions d'éliciteur et de phytostimulant (**Pioggesi & Pollison, 2003**).

## 9 .2. Les différents types de phytostimulants

**9 .2 .1.Lombricompost** : Les produits biologiques peuvent être considérés comme une alternative pour soutenir le développement agricole durable, Des approches nouvelles et intéressantes ont été explorées pour la couverture des exigences nutritionnelles des plantes par des moyens naturels tels que l'utilisation du vermicompost et le jus de vermicompost. (**Garg et al., 2012**).



**Figure 24 : Lombricompost solide et liquide (Arancon, 2008)**

La lombriculture représente une technologie appropriée pour valoriser les résidus de culture ainsi que d'autres déchets végétaux mélangés aux déjections animales provenant de l'exploitation agricole (**Hassan et al., 2010**), Il s'agit notamment d'un système technologique à faible coût lorsqu'il est mis en œuvre en fonction des matières organiques disponibles localement. L'intérêt pour le lombricompostage s'est intensifié au cours des 20 dernières années. (**Van Ientren, 2006**). L'utilisation

d'engrais organiques et de bio fertilisants, tels que le vermicompost, a entraîné une diminution de l'application d'engrais chimiques et fournit des produits de haute qualité sans produits agrochimiques nocifs pour la sécurité humaine (**Mahfouz et Sharaf Eldin, 2007**) , De plus, le vermicompost peut avoir un effet positif sur l'amélioration des propriétés chimiques du sol en libérant progressivement des nutriments et ils améliorent également l'état physique du sol (**Darzi et al, 2009**), Certaines études ont montré que les lixiviats de vermicompost ou les extraits d'eau de vermicompost utilisés comme additifs de substrat ou pulvérisations peuvent stimuler la floraison tardive, augmenter la biomasse et le nombre de fleurs (**Arancon, 2008**).

#### **9.2.1.1. Effet de Lombricompost sur la quantité et la qualité des huiles essentielles**

Le vermicompost est enrichi de plusieurs microbes du sol bénéfiques et contient également de nombreux nutriments comme N, P et K (**Sinha et al., 2010**), Certaines études ont rapporté que le vermicompost peut augmenter la quantité et la qualité de l'huile essentielle dans quelques plantes médicinales comme le basilic (**Singh et Ramesh, 2002**), la coriandre (**Singh et al ., 2009**), le fenouil (**Darzi et al., 2009**; **Moradi et al., 2011**), la camomille (**Haj Seyedhadi et al., 2011**), le cumin (**Saeid Nejad,2011**).L'application de différents niveaux de vermicompost dans *Ocimum basilicum* L. a augmenté le rendement de la biomasse et a également amélioré la qualité et le rendement en huile essentielle.(**Anwar et al., 2005**),L'effet de l'amélioration de la vermicompost sur la teneur et la composition des huiles essentielles a été signalé dans *Ocimum basilicum* et *Rosmarinus officinalis* (**Esmail et al.,2017**).

#### **10 .Effet du stress salin sur la teneur et la composition des huiles essentielles**

Le stress salin est pour les plantes, un stress hydrique auquel se surajoute l'effet toxique de fortes concentrations en sodium dans les tissus végétaux, Comme pour le stress hydrique, il est important de noter que le stress salin peut affecter à la fin la croissance et la photosynthèse et donc modifier la disponibilité en carbone pour la synthèse des métabolites secondaires. En effet, une concentration élevée en ions Na<sup>+</sup>, dans le sol diminue l'absorption de l'eau, la croissance, et le niveau de photosynthèse chez les plantes. (**Tippmann et al., 2006**).

On observe une réponse également mitigée du stress salin sur la production d'huiles essentielles. Certaines plantes comme *Menthapiperita*, *Thymus maroccanus*, *Origanum vulgare*, *Majorana hortensis*, *M. chamomilla* *Salvia officinalis*, et *Mentha suaveolens* voient leur teneur en huiles essentielles diminuer sous condition de stress salin, tandis que certaines plantes comme *Matricaria recutita*, *Satureja Hortensis* et *S. officinalis* ont des teneurs en huiles essentielles plus élevées (**Said-Ah et Omer, 2011**).

# *Chapitre 2 :*

## *Matériel et méthode*

## CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

### 1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif d'étudier et évaluer respectivement, dans les conditions de laboratoire, l'activité insecticide des huiles essentielles formulées de deux espèces du romarin *Rosmarinus officinalis*L et *Rosmarinus tourneforti*de Noe, issues de différentes conduites d'apport stimulateurs par application foliaire (application du lombricomposte liquide, application du lombricomposte solide, application d'une solution saline et application de l'eau courant).

### 2. Situation géographique des régions d'étude

Les régions d'étude (**Tipaza et Alger**) font partie de la plaine de la Mitidja. C'est la plus vaste plaine sublittoral de l'Algérie.

### 3. Caractéristiques climatiques

#### 3.1. Facteurs climatiques des régions d'Alger et Tipaza

**3.1.1 Température** : D'après **Dreux (1980)**, le paramètre le plus important est la température car elle exerce une action écologique sur tous les êtres vivants. Selon le même auteur, chaque espèce ne peut vivre que dans certain intervalle de température.

- **Région d'Alger** : L'analyse de température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées au mois de février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. (**ONM, 2021**).
- **Région de Tipaza** : L'analyse de température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées au mois de janvier et février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. (**ONM, 2021**).

**3.1.2 Pluviométrie** : L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (**Mercier, 1999**). Les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. (**Djellouli, 1990**), attribue cette variabilité à l'existence d'un gradient longitudinal et un gradient latitudinal.

- **Région d'Alger** : les précipitations annuelles varient entre 250 et 750 mm et varient selon la région considérée. (**Meddi, 2009**). Les données météorologiques de

la wilaya de d'Alger pour la période 2009 jusqu'à 2019 sont recueillies auprès de l'office national de la météorologie de Dar El Beida et se résument dans le tableau suivant

2009/2019	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T moy Min (C°)	12,00	11,73	14,27	17,27	20,64	25,00	28,64	29,00	25,55	22,18	16,55	13,27
Tmoy Max(C°)	13,27	13,00	15,55	17,82	20,64	24,64	28,09	28,27	25,45	22,27	17,45	14,64
T moy(C°)	13,18	13,18	15,73	18,18	21,55	26,00	29,73	29,91	26,91	23,45	17,82	14,45
Pr (mm)	58,27	44,00	44,55	40,18	27,27	10,82	4,18	6,64	23,00	35,00	51,55	32,82

**Tableau 08 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région d'Alger durant le période 2009 - 2019.**

- **Région de Tipaza** : les précipitations annuelles varient entre 250 et 600 mm. Les données météorologiques de la wilaya de d'Alger pour la période 2009 jusqu'à 2019 sont recueillies auprès de l'office national de la météorologie de Dar El Beida et se résument dans le tableau suivant :

2009/2019	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T moy MIN (°C)	9,64	9,82	13,27	16,91	20,73	25,82	30,00	29,73	25,27	21,45	14,73	11,27
T moy MAX(°C)	13,64	13,73	16,91	20,18	23,91	28,91	33,45	33,18	28,73	24,82	18,00	15,09
T moy MOY (°C)	11,82	11,91	14,91	18,73	22,18	27,45	31,45	31,36	27,27	22,91	16,82	13,27
Pr (mm)	34,27	29,00	34,82	36,73	23,18	8,91	3,73	5,09	18,82	20,27	33,82	22,64

**Tableau 09 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région de Tipaza durant le période 2009 - 2019.**

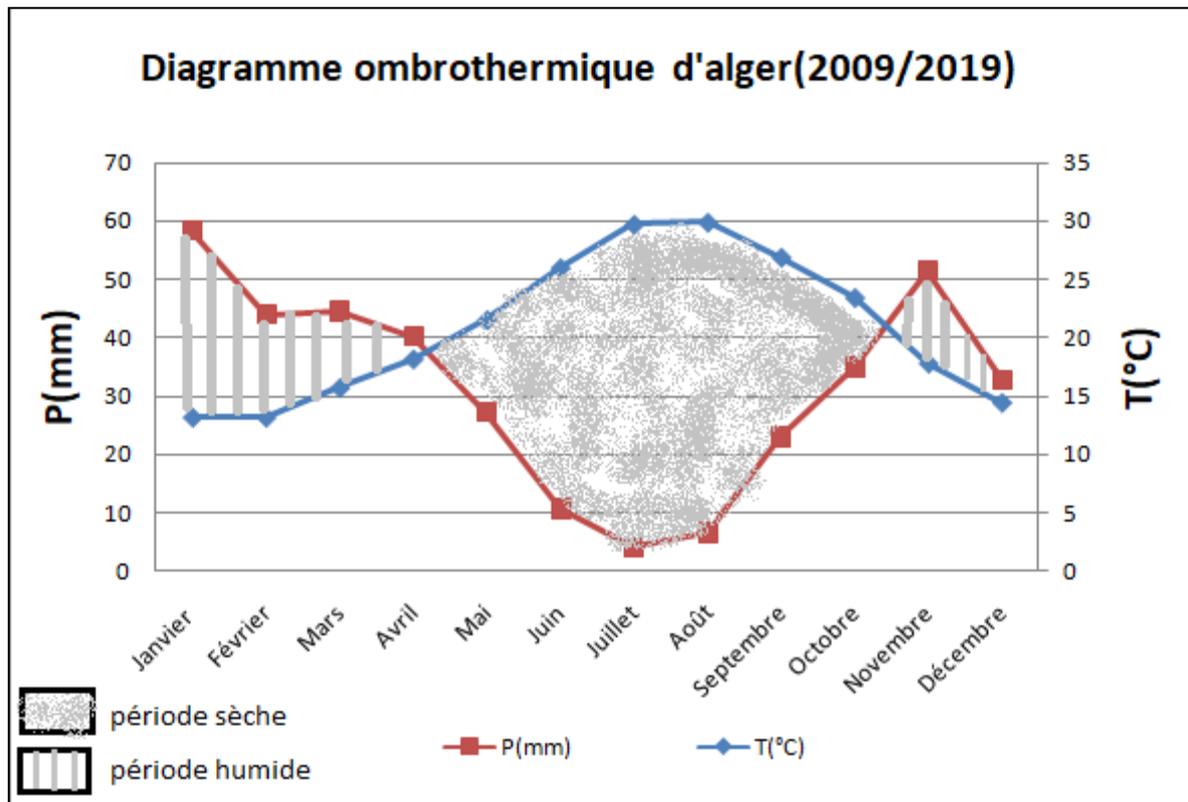
### 3.2. Synthèse des données climatiques

#### 3.2.1 Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gausson permet d'établir la délimitation des mois secs et des mois humides de l'année. Selon **Dajoz (1971)**, la sécheresse s'établit

lorsque la pluviosité mensuelle P exprimée en mm est égale ou inférieure au double de la température moyenne mensuelle T exprimée en degré Celsius.

- **Région d'Alger** : Pour l'année 2019, Le diagramme ombrothermique d'Alger révèle la présence de deux périodes : un période humide assez long qui débute de la **mi-octobre** jusqu'à la **fin avril** et un période sec qui s'étale du mois de la **début mai** jusqu'à la **mi-octobre**.



**Figure 25 : Climatogramme de la région d'Alger de l'année 2019**

- **Région de Tipaza** : Pour l'année 2019, Le diagramme ombrothermique de Tipaza révèle la présence de deux période : un période humide assez long qui débute de la **mi-octobre** jusqu'à la **fin avril** et un période sec qui s'étale du mois de la **début mai** jusqu'à la **mi-octobre**.

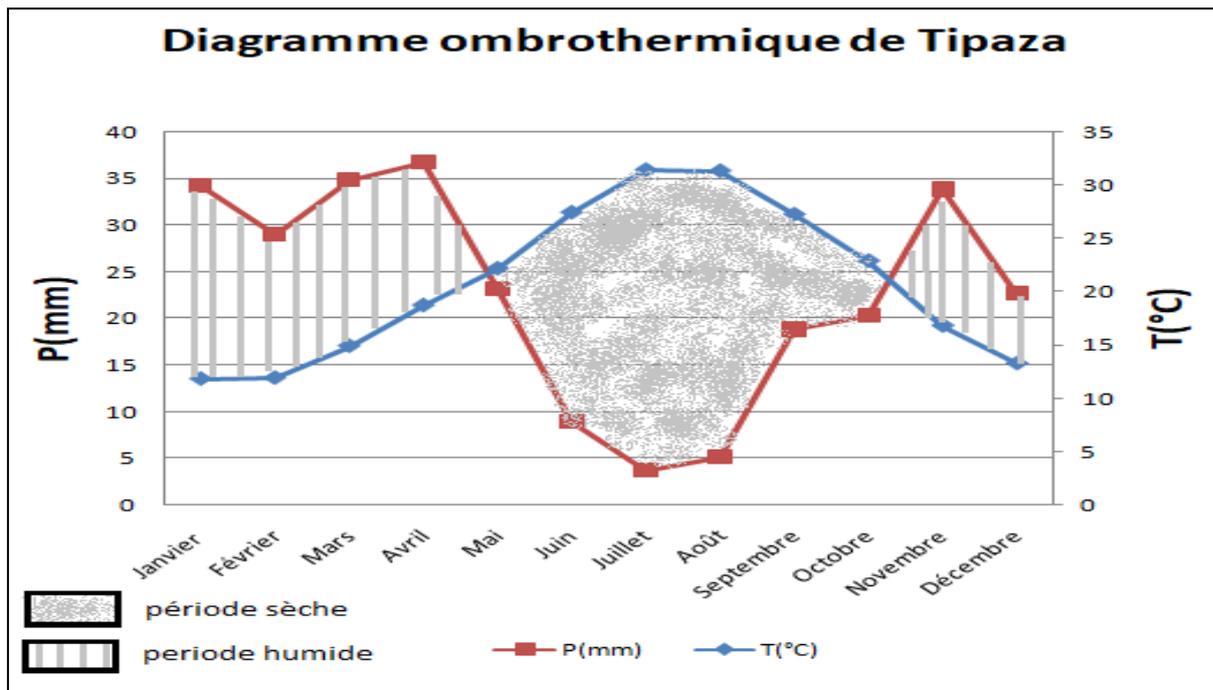


Figure 26 : Climatogramme de la région de Tipaza de l'année 2019.

### 3.2.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart dont la formule est comme suit : (Stewart, 1969)

$$Q2 = 3,43 * P / (M - m)$$

**P** : la pluviométrie annuelle (mm),

**M** : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud,

**m** : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

- **Dans la région d'Alger** : Pour l'année 2019 (l'année de prélèvement de R.O), en projetant les valeurs (**Tmin=13°C; Q2=130,88**) sur le climagramme d'Emberger, on définit l'étage bioclimatique de la région d'Alger dans le **sub-humide à hiver chaud (Figure 27)**.
- **Dans la région de Tipaza** : Pour l'année 2019 (l'année de prélèvement de R.T), en projetant les valeurs (**Tmin=9°C; Q2=70,50**) sur le climagramme d'Emberger, on définit l'étage bioclimatique de la région de Tipaza dans le **sub-humide à hiver chaud (Figure 27)**.

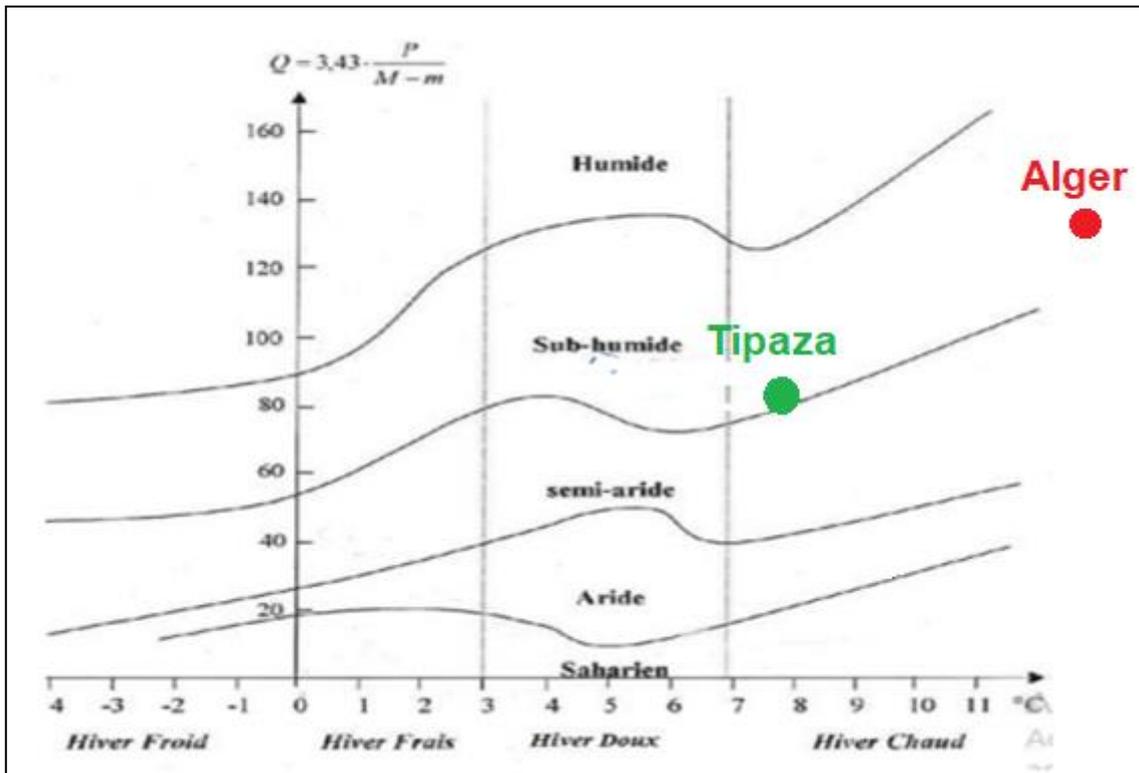
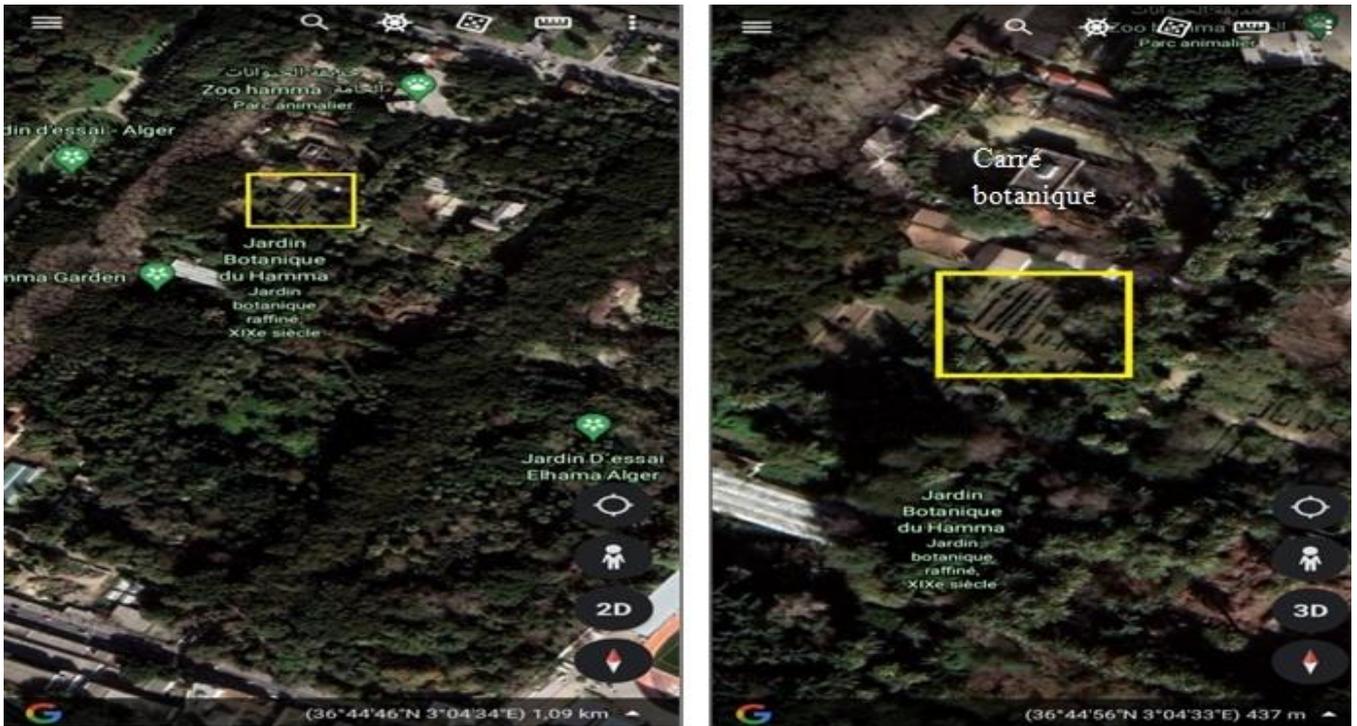


Figure 27 : Climagramme d'Emberger de l'année de prélèvement (2019) de la région d'Alger et Tipaza.

#### 4. Présentation du site d'études :

##### 4.1. Site d'étude de jardin d'essai d'El Hamma (Alger)

La conduite des différents régimes de nutrition organique et la cueillette du matériel végétal (*Rosmarinus officinalis*) a été réalisée au niveau du carré botanique de jardin d'essai, qui se déploie sur environ 32 hectares. Il s'étend en amphithéâtre des abords immédiats de la rue Hassiba Benbouali à la colline des arcades du côté de la rue Belouizdad. Sa situation géographique lui confère un climat exceptionnel et unique en Afrique du Nord (d'après Carra 1952).



**Figure 28 : Image satellitaire du carré botanique de jardin d'essai, situé dans le quartier d'El Hamma à Alger (Google Earth).**

#### **4.2. Site d'étude Mausolée royal de Maurétanie(Tipaza)**

La conduite des différents régimes de nutrition organique et la cueillette du matériel végétal (*Rosmarinus tournefortii*) a été réalisée au niveau de Mausolée royal de Maurétanie situé sur l'actuelle commune de Sidi Rachad à une soixantaine de kilomètre à l'ouest d'Alger. (Anonyme, 2020)



**Figure 29 : Image satellitaire de la Mausolée royal de Maurétanie (Google Earth)**

## 5. Matériel d'étude

### 5.1. Matériel végétale

Au cours de nos essais, nous avons utilisé deux plantes modèles du romarin (*Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*). Les échantillons ont été récoltés au niveau des allées du jardin d'essai d'El Hamma (Alger) et au niveau de Mausolée royal Mauritanie (Tipaza), ils ont été séchés à l'air libre et à l'ombre pendant quelques jours, seule la partie aérienne (feuilles, fleurs et jeunes tiges).



**Figure 30 : Peuplement de deux romarins du site d'étude « C »: *Rosmarinus officinalis* et « D »: *Rosmarinus tournefortii* (Chaïbi et Rouabah., 2020)**

### 5.2. Matériel animal

Pour obtenir les individus en adultes de *Tribolium confusum* nécessaire à notre expérimentation (Figure 33), nous avons réalisé un élevage au laboratoire Selon la méthode décrite par **Laviolette et Nardon (1963)**,

La production de masse de *Tribolium confusum* a été réalisée dans des bocaux en verre (**30x15**) contenant de la farine dont l'ouverture est recouverte de tulle permettant la respiration et inhibant la fuite des individus, (Figure 31).

Le dispositif d'élevage est installé dans une étuve ventilée à une température et humidité relative de **30°C** et **70%**, (Figure 32).

Nous avons procédé à un transfert régulier des adultes dans des nouveaux bocaux. Cette procédure nous a permis d'assurer en permanence l'élevage et l'approvisionnement en individus nécessaires aux traitements.



Figure 31 : Elevage de *Tribolium confusum* (Originale 2021)



Figure 32 : les cuves (originale 2021)



Figure 33 : *Tribolium confusum* sous loupe binoculaire Gr : 40X2(originale 2021)

## 6. Formulation des bioproduits

### 6.1. Formulation liquide de l'huile essentielle de deux espèces du romarin

Elle consiste à additionner à l'huile essentielle un ou des adjuvants afin de faciliter sa conservation et d'homogénéiser son étalement et son absorption par le substrat. Le protocole de la formulation nous a été fourni par le Pr. Djazouli Z .E., 2021, enseignant chercheur au département de Biotechnologie de l'université de Blida1.



Figure 34 : Les huiles essentielles a base de *Rosmarinus officinalis* formulées à 7% (Originale, 2021)



Figure 35 : Les huiles essentielles a base de *Rosmarinus tournefortii* formulées à 7% (Originale, 2021)

## 6.2. Formulation solide de l'huile essentielle de deux espèces du romarin

Ces formulations ont été préparées au laboratoire de Biotechnologie des productions végétales de l'université de Blida1 selon le protocole établie par le Pr .Djazouli Z .E . ,2021 formulés à 7% de chaque huile essentielle, (Figure 36).



Figure 36 : formulation solide (poudre) (originale 2021)

## 7. Dispositif expérimental

### 7.1. Application des traitements sur le *Tribolium confusum*

#### 7.1.1. Préparation des dilutions

Trois solutions de chacune des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* ont été préparées en diluant des quantités de:

- D1 : (1ml Formulation Mère/ 100ml d'eau distillée).
- D2 :(1,5ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée).
- D3 :(2ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée).

Afin d'affirmer l'efficacité de ces formulation à base de deux huiles essentielles formulées, une formulation témoin sans matière active (c'est-à-dire sans huile essentielle) a été conçue pour la préparation des dilutions témoins positifs.

Les mêmes doses ont été préconisées pour la formulation témoin positif.

- D1 :(1ml Formulation Mère sans matière active/100ml d'eau distillée).
- D2 :(1,5ml Formulation Mère sans matière active /100ml d'eau distillée).
- D3 :(2ml Formulation Mère sans matière active /100ml d'eau distillée).

Trois doses ont été préconisées pour la formulation solide de chacune des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*

- D1 : (1g Formulation Mère/30g de farine).
- D2 :(1,5g Formulation Mère/ 30 g de farine).
- D3 :(2g Formulation Mère/30 g de farine).

### 7.1.2. Application des traitements

Les traitements sont réalisés au niveau du laboratoire de Biotechnologie des productions végétales, dans des conditions ambiantes de température comprise entre 25 et 28°C et d'humidité relative HR. Comprise entre 60 et 80%. Dans chaque boîte de pétri de 5,5 cm de diamètre, nous avons introduit 10 individus de *Tribolium confusum* afin de subir les différents traitements préconisés.

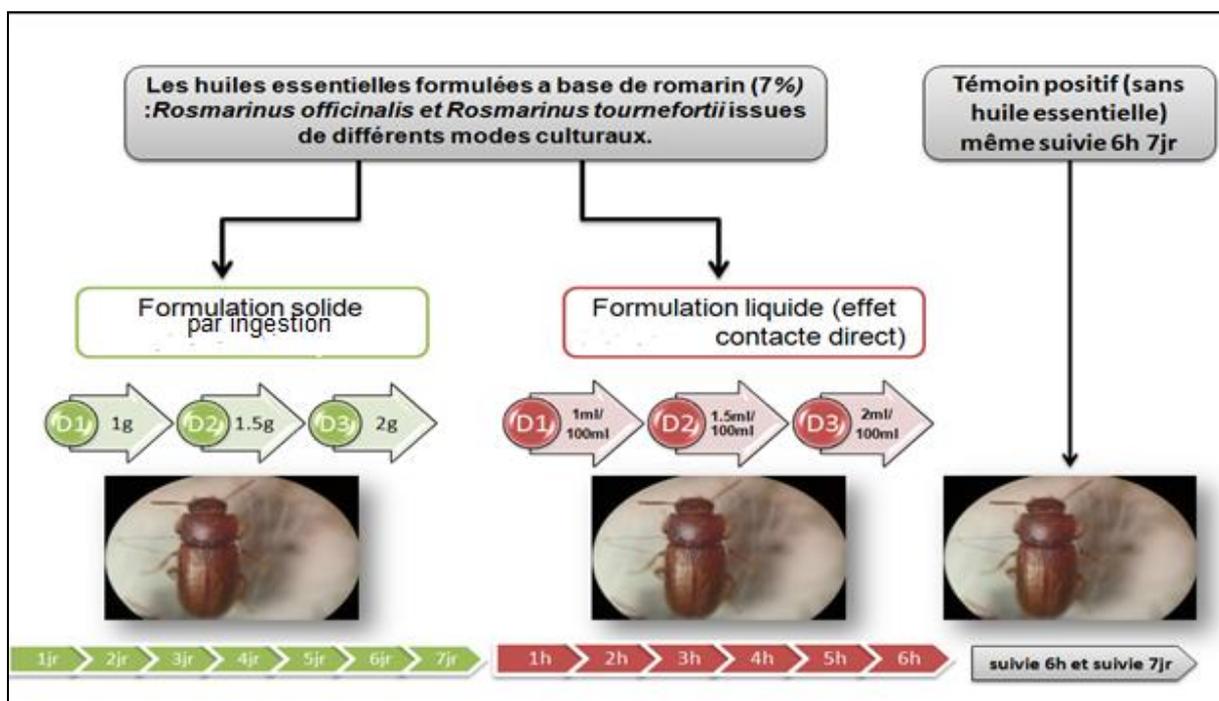


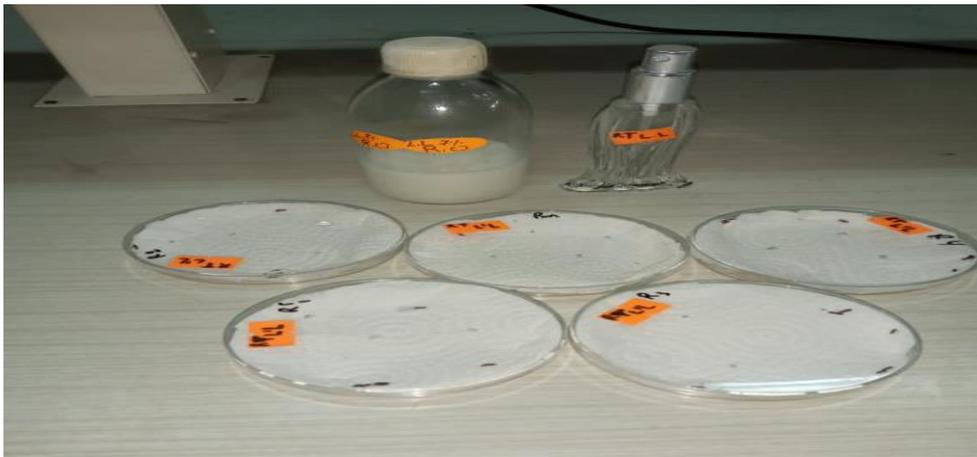
Figure 37 : Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués sur les individus adultes de *Tribolium confusum*.

## 7.2. Les Tests de toxicité

### 7.2.1. Test de toxicité de l'huile essentielle formulée liquide par effet contact

L'effet de contact direct des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* formulées ainsi que du témoin positif (sans matière active) ont été appliqués par pulvérisation de trois doses différentes D1 (1ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée) et D2 (1,5ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée) et D3 (2ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée) à l'aide d'un petit pulvérisateur sur les individus adultes de *T. Confusum*. Les traitements ont été

répétés cinq fois sur l'ensemble des boîtes de Pétri, Tous les essais ont été réalisés en **5 répétitions** étalés sur une période de suivi de **6 heures**. (Figure 38).



**Figure 38 : l'application de la formulation liquide sur les *Tribolium confusum* (originale 2021)**

#### **7.2.2. Test de toxicité de formulation des huiles essentielles du romarin en poudre par ingestion**

L'application des huiles essentielle sous forme de poudre à différentes doses **D1 (1g et D2 (1,5g) et D3 (2g)** obtenues à partir de l'huile essentielle formulée ont été mélangés convenablement avec 30g de farine. 10 individus adultes de ***Tribolium confusum*** a été introduit dans des boites de pétri puis fermées et perforer afin d'éviter la volatilisation et les pertes des molécules actives, Les traitements ont été répétés cinq fois sur l'ensemble des boites de Pétri étales sur une période de suivi de **7 jours** ,(Figure 39).|



**Figure 39 : l'application de la formulation solide (poudre) sur les *Tribolium confusum* (originale 2021)**

## 8. Exploitation des résultats

### 8.1. Dénombrement

Pour les traitements de la formulation liquide, un dénombrement a été effectué à l'aide d'une pince, pour estimer la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*. Ces observations ont été réalisées au bout de 6h, respectivement après **1heures, 2heures, 3heures, 4heures, 5heures** et enfin **6 heures** après traitement. Le taux de mortalité des adultes de *Tibolium confusum* est estimé en fonction du temps d'exposition et des différentes doses appliquées **D<sub>1</sub> (1ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée), D<sub>2</sub> (1,5ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée) et D<sub>3</sub> (2ml Formulation Mère/100ml d'eau distillée).**

Pour les traitements de la formulation solide, un dénombrement a été effectué, pour estimer la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*. Ces observations ont été réalisées au bout de 7jours, respectivement après **1J, 2J, 3J, 4Jours, 5J, 7J** et après traitement. Le taux de mortalité des adultes de *Tibolium confusum* est estimé en fonction du temps d'exposition et des différentes doses appliquées **D<sub>1</sub> (1g) :D<sub>2</sub> (1, 5g) et D<sub>3</sub> (2g).**

### 8.2. Estimation du taux de mortalité

Selon **Marmonieret al. (2006)**, le taux de mortalité est le taux de disparition d'individus dans des conditions d'environnement données (varient en fonction de la population considérée et des facteurs du milieu). Il est donné par la diminution de la population par mortalité/variation du temps.

#### 8.2.1. Calcul du pourcentage de la mortalité observée

Le pourcentage de mortalité observée chez les individus témoins et testé été estimé par la formule suivante :

$$\text{MO \%} = \text{nombre des individus mort} \div \text{nombre des individus} \times 100$$

#### 8.2.2 Estimation de la mortalité corrigée

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait

dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de **Schneider-Orelli** qui est la suivante :

$$MC\% = (M - M_t \times 100) \div (100 - M_t)$$

Avec :

**MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigée**

**M (%) : Pourcentage de morts dans la population traitée**

**M t (%) : Pourcentage de morts dans la population témoin**

## **9. Analyse statistique des résultats**

### **9.1. Analyses multi-variées**

L'analyse statistique concerne l'évaluation de l'activité insecticide des formulations à base d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* sur la disponibilité numérique des individus adultes de *Tribolium confusum*. Les analyses de la variance sont faites sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (**C.V. <15%**). La signification des comparaisons des moyennes a été confirmée par un test de comparaison par paire (Test Tukey). Les contributions significatives retenues sont au seuil d'une probabilité de 5%, (**SPSS, 2016**).

La tendance de la variation temporelle des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* par rapport à leurs réactions aux différentes formulations à base d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* nous a été établie par une analyse en composante principale (**A.C.P.**).

La projection des variables sur les deux axes de l'analyse multi variée a été conduite par le logiciel (**PAST vers. 1.37**) (**Hammer et al., 2001**).

# *Chapitre 3 :*

## *Résultats et discussion*

## CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION.

### Resultats

Dans ce chapitre, nous allons présenter tous les résultats relatifs à l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles formulée de deux espèces du Romarin, (*Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* sur les adultes du *Tribolium confusum*, sont exposés dans ce chapitre. Les huiles essentielles testées sont obtenues suite à l'apport de différents stimulateurs (lombricompost liquide, lombricompost solide, eau courante et eau saline) et l'état naturel (témoin).

#### 1. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations différentes des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*.

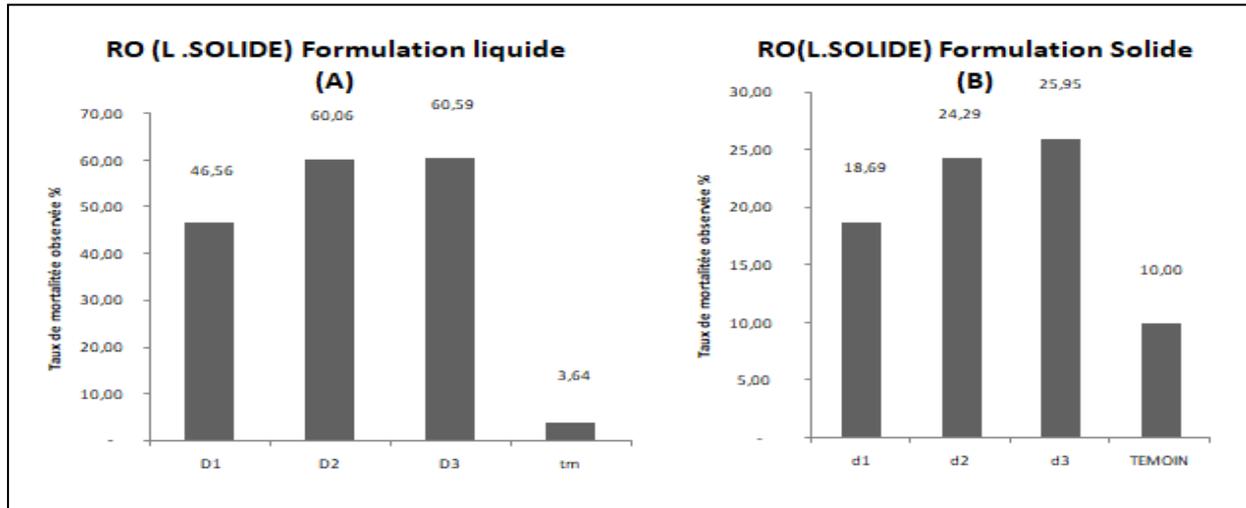
Dans cette partie nous visons l'évaluation de l'activité biocide de deux formulations FL : formulation liquide et FS : formulation solide, à base d'huiles essentielles de R.O. à l'égard des adultes de *Tribolium confusum*.

##### 1.1. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

D'après les résultats obtenus (**Figure 40 - A**) l'effet de la formulation liquide **par contact** de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* traité par le **lombricompost solide**, a révélé une toxicité graduelle contre les adultes de *Tribolium confusum* après 6 heures d'exposition aux traitements. Aux doses D2 (1,5ml/100ml) et D3 (2ml/100ml), les taux de mortalités ont enregistrés des valeurs très élevées, de l'ordre de 60,06% et 60,59%, respectivement. La dose D1 (1ml/100ml), a enregistré un taux de mortalité moins important que les fortes doses (46,56%). le témoin a enregistré une mortalité naturelle très faible avoisinant 3,64%.

Concernant l'activité biocide **par ingestion**, elle a été évaluée à travers la **formulation solide**. Les résultats obtenus (**Figure 40, B**), **montrent** que les huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le **lombricompost solide** se révèlent moyennement toxique contre les adultes de *Tribolium confusum* après 7 jours d'exposition aux traitements. Les taux de mortalités enregistrés sous l'effet des doses D2 (1,5g/30g de farine) et D3 (2g/30g de farine) sont presque

similaires enregistrant des valeurs respectives de 24.29% et 25.95%. Sous l'effet de la dose D1 (1g/30g de farine), le taux de mortalité est faible (18,69%) par rapport aux taux de mortalités enregistrés sous l'effet des doses D1 et D2.



**Figure 40 : Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par le lombricompost solide à différentes formulations (FL, FS).**

Les résultats de l'effet par contact (formulation liquide) de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* traité par lombricompost liquide, le bioproduit testés sur les adultes de *Tribolium confusum* sont reportés graphiquement sur la figure 41 - C. Les profils des taux de mortalité augmentent quelque soient les doses par rapport aux témoins. Nous constatons que l'effet létal par contact de D2 (1.5ml/100ml) et D3 (2ml/100ml) avec un taux de mortalité de 58.36 % et 62,41% respectivement est supérieur à celui des doses D1 (1ml/100ml) (D1=29.68%) et le témoin (tm= 2.91%) dont l'efficacité est très faible à la même durée d'exposition (6h).

Pour les résultats obtenus (Figure 41 - D) de l'effet par ingestion (formulation solide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par le lombricompost liquide montrent que les mortalités des adultes de *Tribolium confusum* augmentent en fonction des doses testées. La dose 1 (D1=1g) a engendré de taux de mortalité de 16.79% suivi la dose 2(D2=1.5g) et la dose 3(D1=2g) avec des taux de mortalités 20% et 26.55% respectivement avec un taux

faible de mortalité enregistré au niveau de témoin(tm=10%) à la même durée d'exposition(7jr).

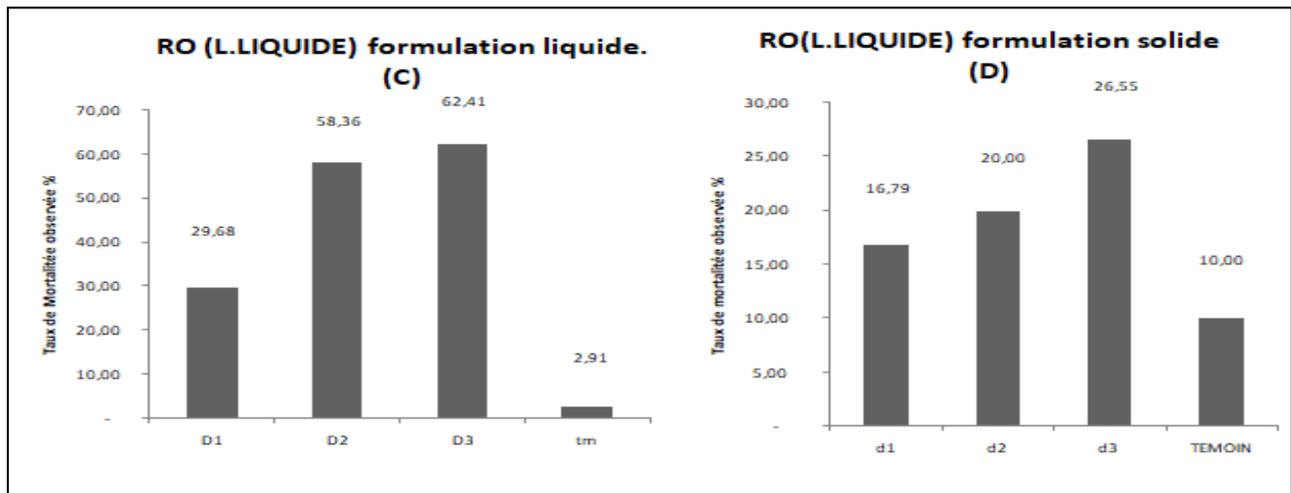
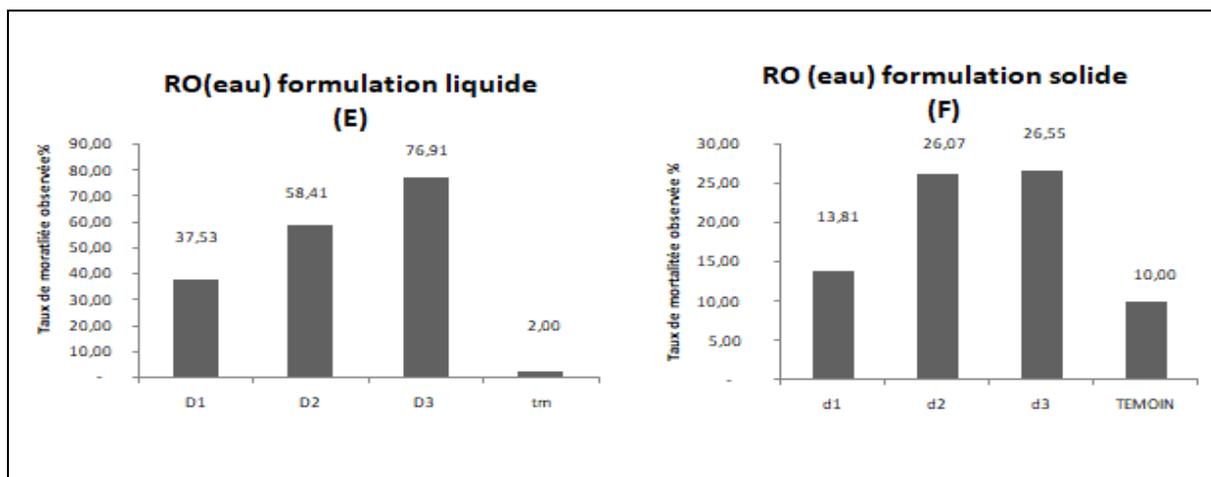


Figure 41: Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par le lombricopost liquide à différentes formulation (FL, FS).

Selon (Figure 42 - E) de l'effet par contact (formulation liquide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irrigué par l'eau courante sur le *Tribolium confusum*. Nous notons que la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* varie significativement en fonction de dose. Nous avons enregistré des taux de mortalités 37.53% et 58.41% et 76.91% respectivement pour les doses 1(D1=1ml), (D2=1.5ml) (D3=2ml) avec une mortalité très faible remarqué (tm=2ml) à la même durée d'exposition (6h).

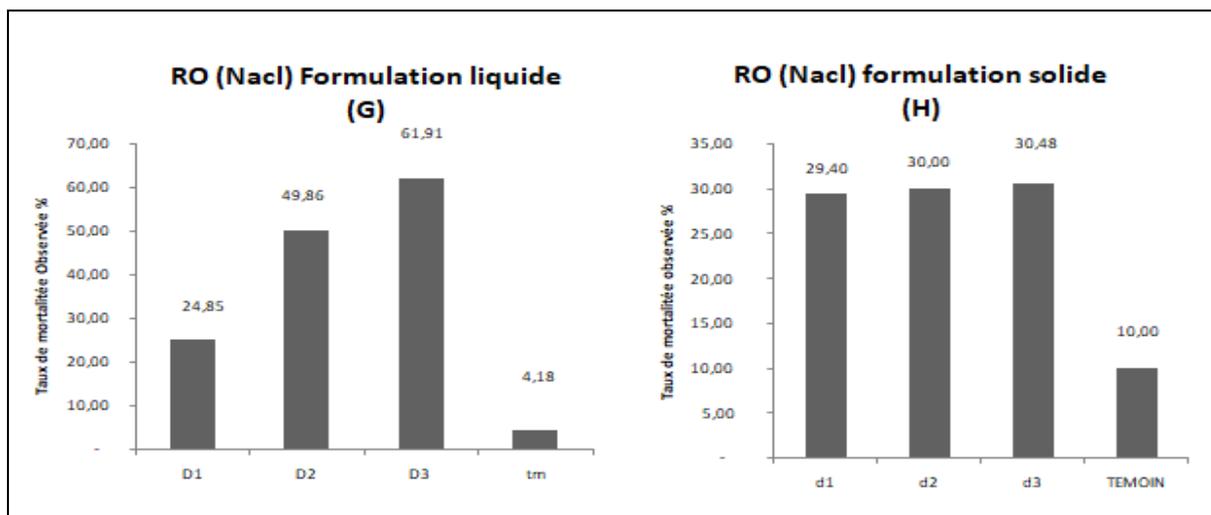
D'après les résultats obtenus (Figure 42, F) de l'effet par ingestion (formulation solide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irrigué par l'eau courante. Nous notons que le taux de mortalité presque identique pour D2et D3 (D2=26.07 et D3=26.55) et plus efficace que le D1 et le bloc témoin avec un taux 13.81% et 10% respectivement à la même durée d'exposition (7jr).



**Figure 42 : Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irrigué par l'eau courante à différentes formulation (FL, FS).**

L'effet par contact (**Figure 43, G**) (formulation liquide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irrigué par une solution saline(NaCl) sur les adultes de *Tribolium confusum*. Nous avons observé que le taux mortalités de ces dernières varie significativement et augmente selon l'augmentation des doses. Nous avons enregistré des taux de mortalités 24.85%, 49.86% et 61.91% respectivement pour D1 1(1ml/100ml), D2 2(1.5ml/100ml) et D 3(2ml/100ml). Et le bloc témoin provoque un taux de mortalité très faible(tm=4.18%) après 6h.

D'après la **Figure 43 - H**de l'effet par ingestion (formulation solide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irrigué par une solution saline(NaCl) sur les adultes de *Tribolium confusum*. Cependant, nous constatons qu'il y a un effet presque **similaire** entre les trois doses (D1, D2 et D3) et le pourcentage de mortalité allant de 29.40% à 30.48% au bout de 7 jours d'exposition de la plus faible à la plus forte dose. Le témoin ne provoque qu'un taux de mortalité très faible 10% par rapport aux traitements utilisés (D1, D2 et D3).



**Figure 43 : Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* irriguée par une solution saline (NaCl) à différentes formulations (FL, FS).**

Dans la (Figure 44, I) de l'effet par contact (formulation liquide) de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* témoin provoque un pourcentage de mortalité presque similaire pour D1 (1ml/100ml) et D2 (1.5g) avec un taux de mortalité (D1=51.82% et D2=52.65%). Et la D3 (2ml/100ml) est plus efficace par rapport aux autres doses (D1 et D2) avec un taux de mortalité égale D3=61.23% au bout de 6h d'exposition, le bloc témoin ne provoque qu'un taux de mortalité très faible 4.91% rapport aux traitements utilisés (d1, d2 et d3).

Selon les résultats (Figure 44 - J) de l'effet par ingestion (formulation liquide) de l'huile essentielle formulée à base de *Rosmarinus officinalis* non traité (témoin) s'est montrée efficace sur le *Tribolium confusum* à la troisième dose (D3=2g) provoque 30.00% de mortalité après 6 heures d'exposition, les D1 (1g) et D2 (1.5g) ont donné 14.64%, 24.52% respectivement à la même durée d'exposition (7jr) et le témoin ne provoque qu'un taux de mortalité très faible 10% par rapport aux traitements utilisés (d1, d2 et d3).

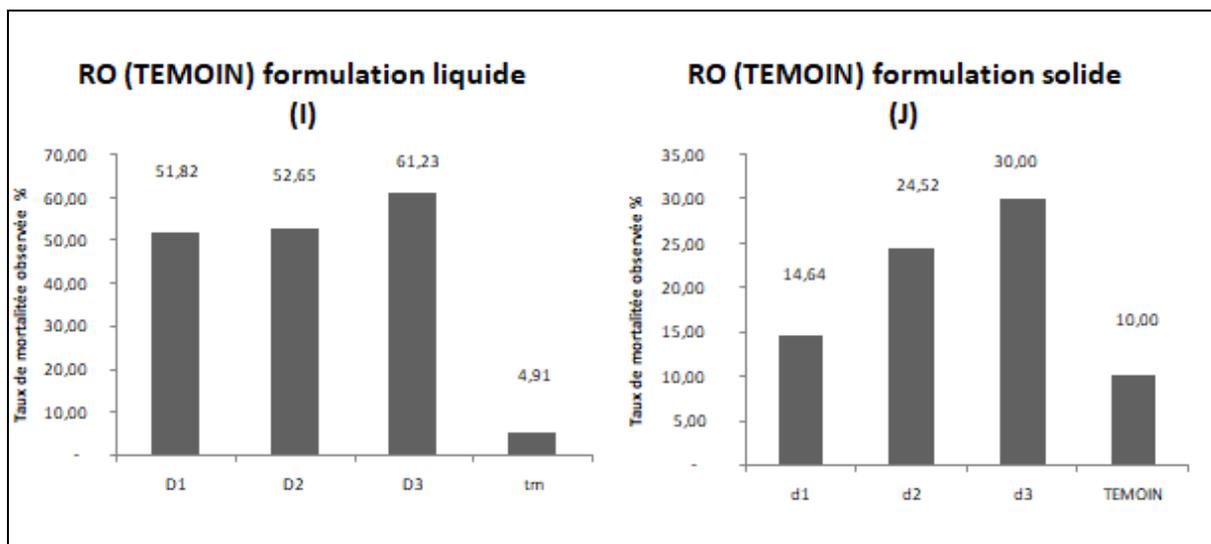
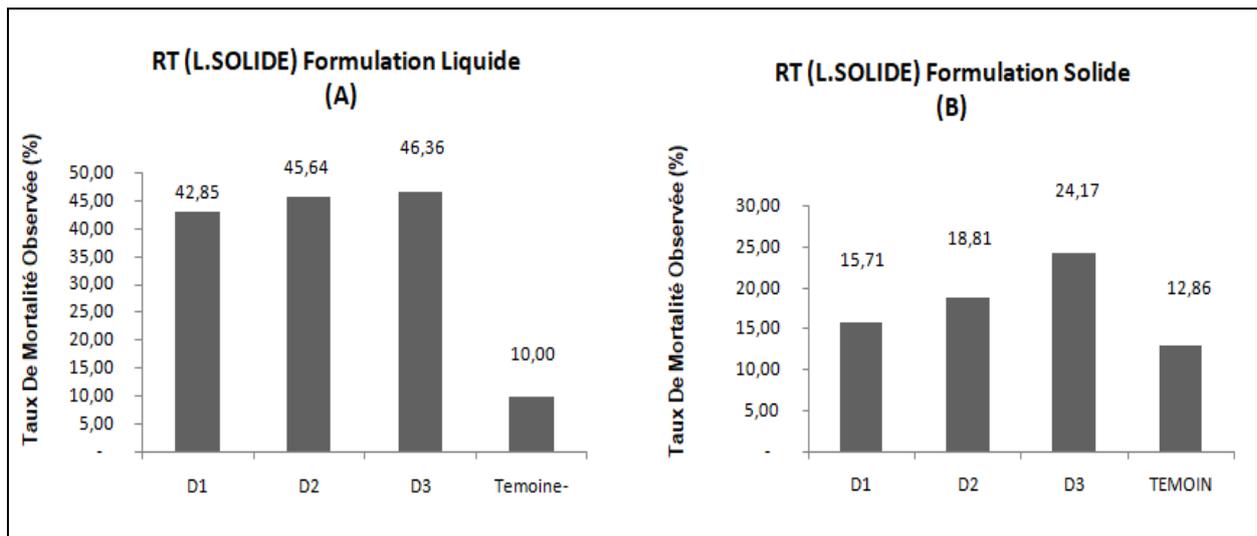


Figure 44: Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* non traité (témoin) à différentes formulations (FL, FS).

## 1.2. Estimation de la mortalité observée sous l'effet de deux formulations d'huiles essentielles de *Rosmarinus tournefortii*

Relativement à la figure : 45, A, l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* traitée par le lombricompost solide par effet contact (**formulation liquide**) à l'égard des *Tribolium confusum* montre une efficacité insecticide presque similaire dans les trois doses testées. D2 (1ml/100ml) avec un taux de mortalité 42,85% et 45,64% à la dose D2 (1,5ml/100ml), en effet le taux de mortalité augmente pour atteindre 46,36% à la D3 (2ml/100ml) et le témoin ne provoque qu'un taux de mortalité très faible 10% par rapport aux traitements utilisés (D1, D2 et D3).

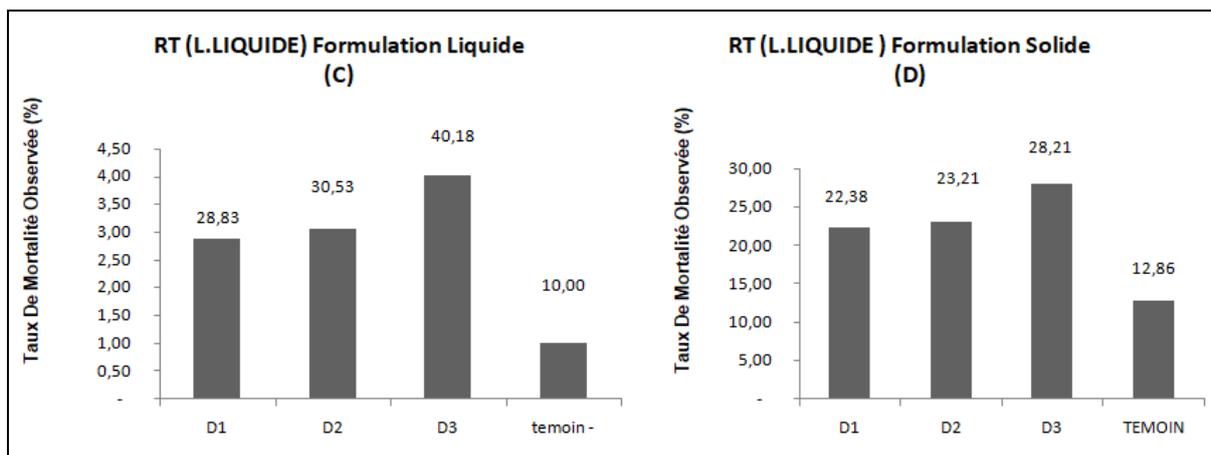
Selon les résultats obtenus dans la Figure : 45, B de la formulation solide (**effet par ingestion**) on remarque que le pourcentage de mortalité allant de 15,71 % à 24,17 % au bout de 6 heures d'exposition, de la plus faible dose (D1) à la plus forte dose (D3). Et le témoin ne provoque qu'un taux de mortalité très faible.



**Figure 45: Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par le lombricompost solide à différentes formulation (FL, FS).**

Les résultats dans la **Figure :46 ,C** montrent que l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* traité par le lombricompost liquide par effet contacte (**formulation liquide**) a provoqué une mortalité allant de 28.83% à 40,19 % au bout de 6 heures d'exposition et ce la, de la plus faible à la plus forte dose(le taux de mortalité signalé a la dose d3 supérieur a les autres doses d1 et d2 ) . Ces mortalités se sont échelonnées dans le temps. En effet au bout de 6 heures elles passent de D1 (28.83, %), à D2 avec 30.53% et D3 (40.18%), et le témoin provoque un taux de mortalité naturelle modérée 10% par rapport aux traitements utilisés.

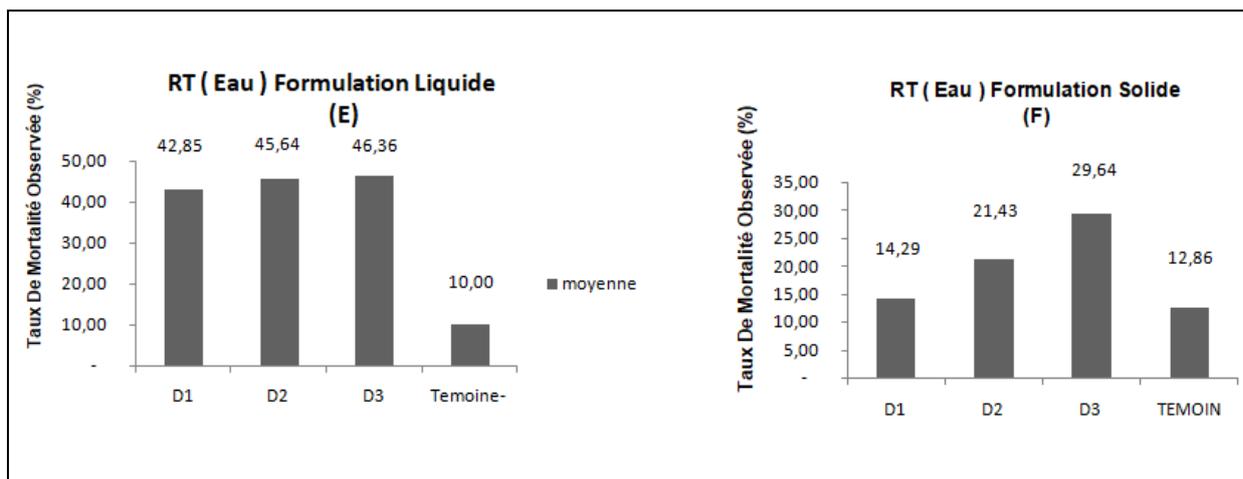
Relativement à **la formulation solide (Figure 46, D)** a montré que le taux de mortalité augmente respectivement avec la durée d'exposition au traitement de d1 à d3 (**d1<d2<d3<30%**) et le témoin occasionne un taux de mortalité naturelle très faible 12.86%.



**Figure 46 :Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par le lombricompost liquide a différentes formulation (FL, FS) .**

Les résultats de l'effet par contact de l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* irrigué par l'eau courante, le bioproduit testés sur les adultes de *Tribolium confusum* sont reportés graphiquement sur la (Figure 47, E) montre une efficacité insecticide presque similaire dans les trois doses testées. Nous avons enregistré des taux de mortalités 42.84% et 45,64% et 46,36% respectivement pour les doses 1(D1=1ml), dose 2(D2=1.5ml) et dose 3(D3=2ml/100ml), le témoin provoque qu'un taux de mortalité très faible 10% par rapport aux traitements utilisés (D1, D2 et D3).

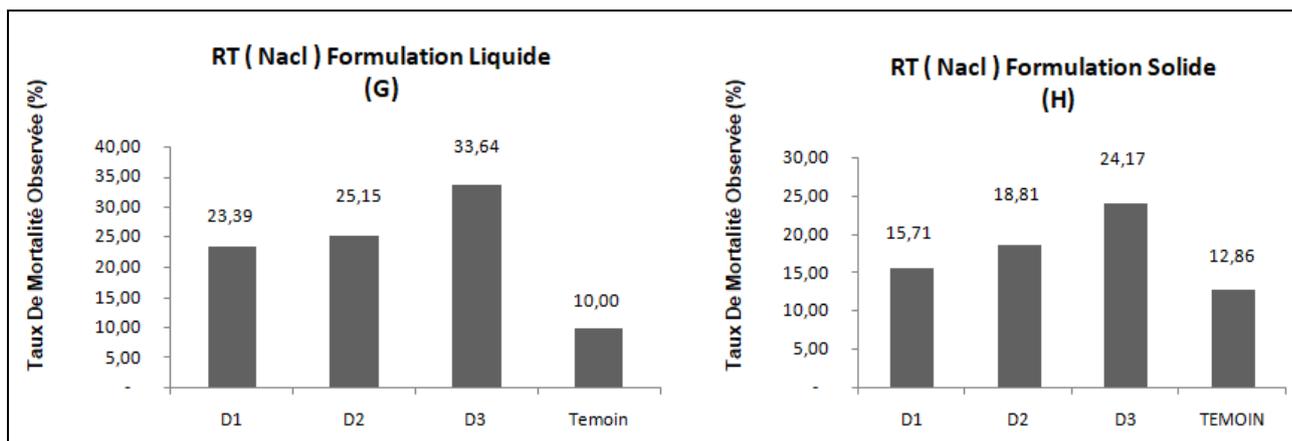
En ce qui concerne la formulation solide (Figure : 47, F) la mortalité la plus importante est signalé successivement a la forte dose d3 avec un taux de mortalité 29,64% donc  $d1 < d2 < d3$  le témoin ainsi le D1 ne provoquent qu'un taux de mortalité modérée 12.86%.



**Figure 47: Représentation graphique (E, F) du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* irrigué par l'eau courante à différentes formulation (FL, FS).**

Les résultats de la formulation liquide (Figure : 48 ,G) de l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* irrigué par une solution saline (NaCl) s'est montrée efficace sur *Tribolium confusum* à la troisième dose (D3=2ml/100ml) provoque 33.64% de mortalité après 6 heures de traitement, les dose D1 (1ml/100ml) et D2 (1.5ml /100ml) ont donnés 23.35 %, 25.15% respectivement de mortalité **presque similaire** à la même durée d'exposition ,le témoin enregistre un taux de mortalité très faible et négligeable 10% par rapport aux traitements utilisées (D1,D2 et D3).

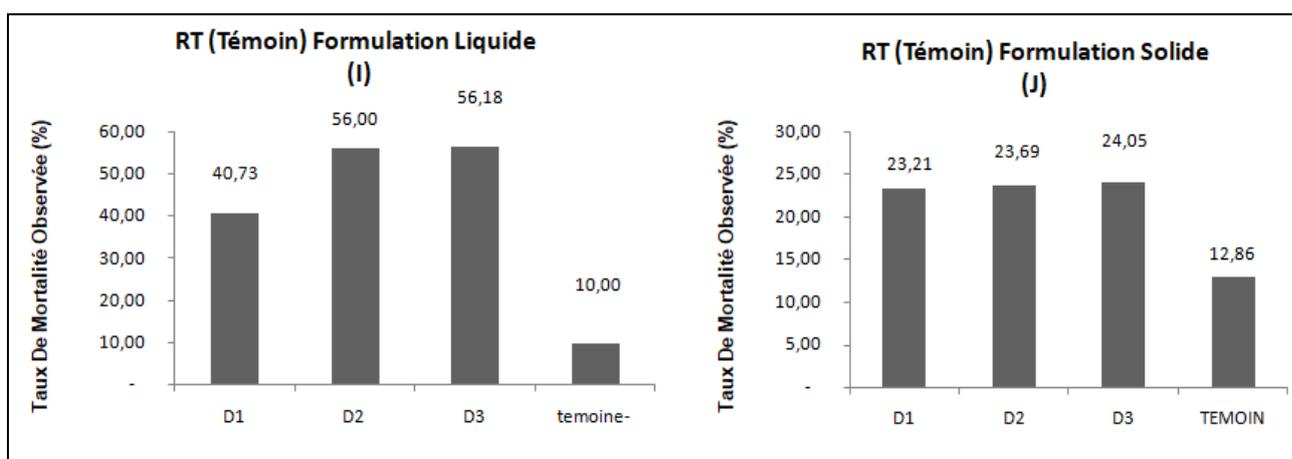
Selon les résultats de la formulation solide qu'ils sont reportés graphiquement sur la (Figure 48 - H) montre un une mortalité allant de 15.71% à 24.17% au bout de 6 heures d'exposition, selon le degré de concentration des dilutions utilisées, obéissant à un gradient positif  $D1 < D2 < D3$ , le témoin occasionne un taux de mortalité très faible 12.86%.



**Figure 48: Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* irriguée par l'eau saline (NaCl) à différentes formulations (FL, FS).**

D'après la **Figure : 49, I** montre que l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* témoin provoque un taux de mortalité allant de 40.73% à 56.18% au bout de 6 heures d'exposition, de telle sorte qu'une gradation positive s'établit dans le sens D1 < D2 < D3.

Suite les résultats de la formulation solide (**Figure : 49, J**) montre **une efficacité insecticide presque similaire dans les trois doses testées**. D1 (1g/30g) un taux de mortalité 23.12% et 23.69% à la dose D2 (1,5g/30g), en effet le taux de mortalité augmente pour atteindre 24.05% à la D3 dose (2g/30g), le témoin un taux de mortalité naturelle.



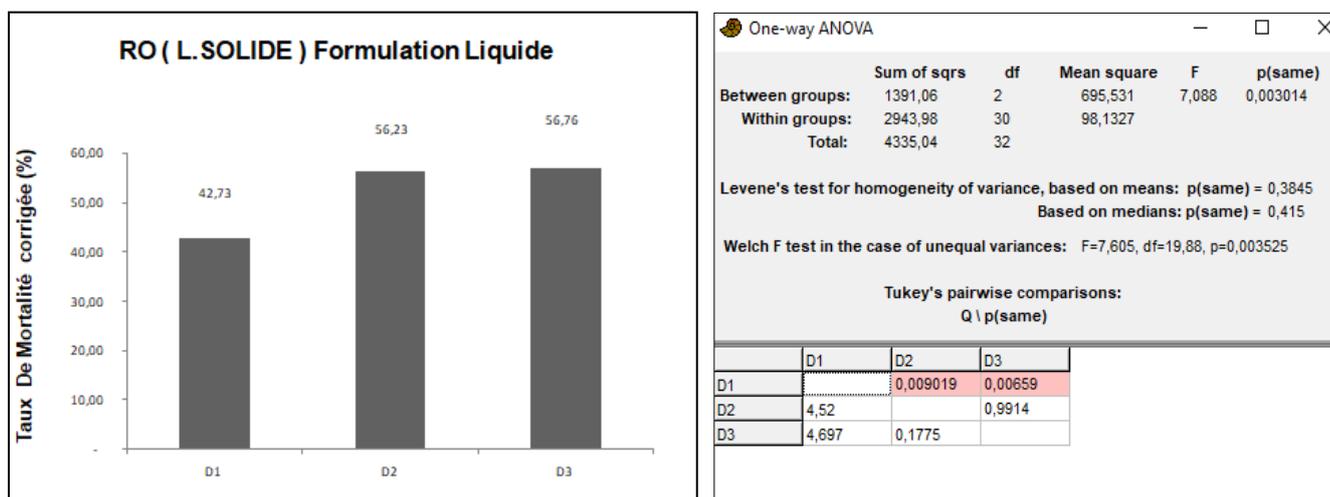
**Figure 49: Représentation graphique du taux de mortalité observée de *Tribolium confusum* des différentes doses de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* (témoin) à différentes formulations (FL, FS).**

## 2. Etude comparée des mortalités corrigées des bioproduits formulés à base des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*

Dans cette partie nous avons comparé les taux de mortalité corrigé sous l'effet des huiles essentielles formulées à base de *Rosmarinus officinalis* (R.O) et *Rosmarinus tournefortii* (R.T) sur les adultes de *Tribolium confusum* par contact direct (formulation liquide) et par ingestion (formulation solide), en fonction des doses (D1, D2, D3).

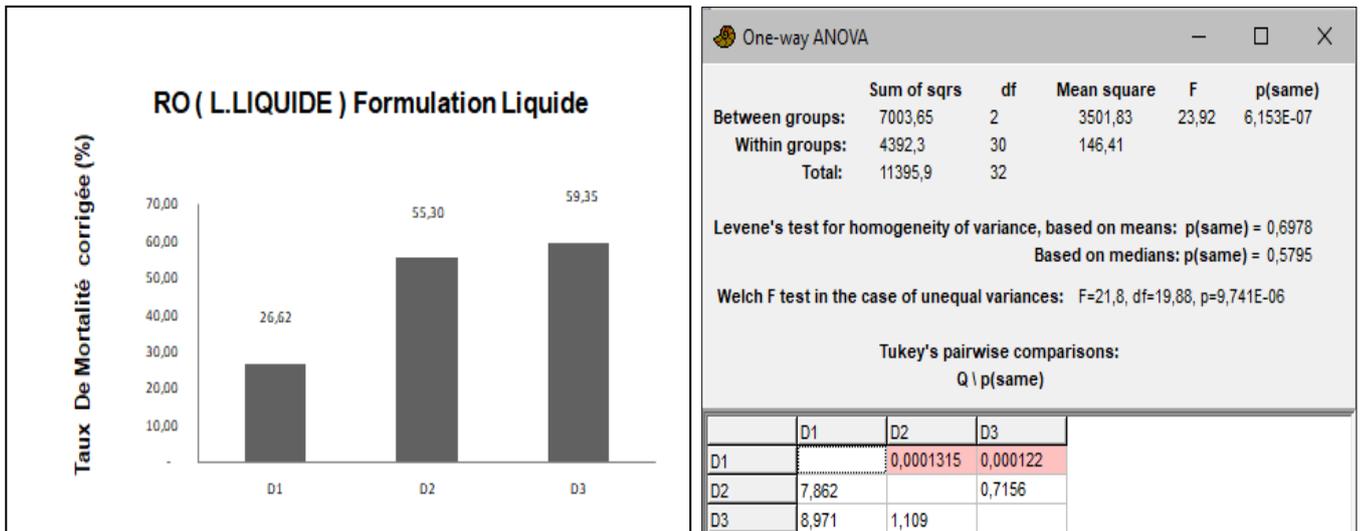
### 2.1. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis*(R.O) (formulation liquide-FL-) sur la mortalité de *Tribolium confusum* par contact direct.

Relativement à les résultats obtenus dans la figure (50).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=3,014 \times 10^{-3}$ ,  $p < 1\%$ ) de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le lombricompost solide sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



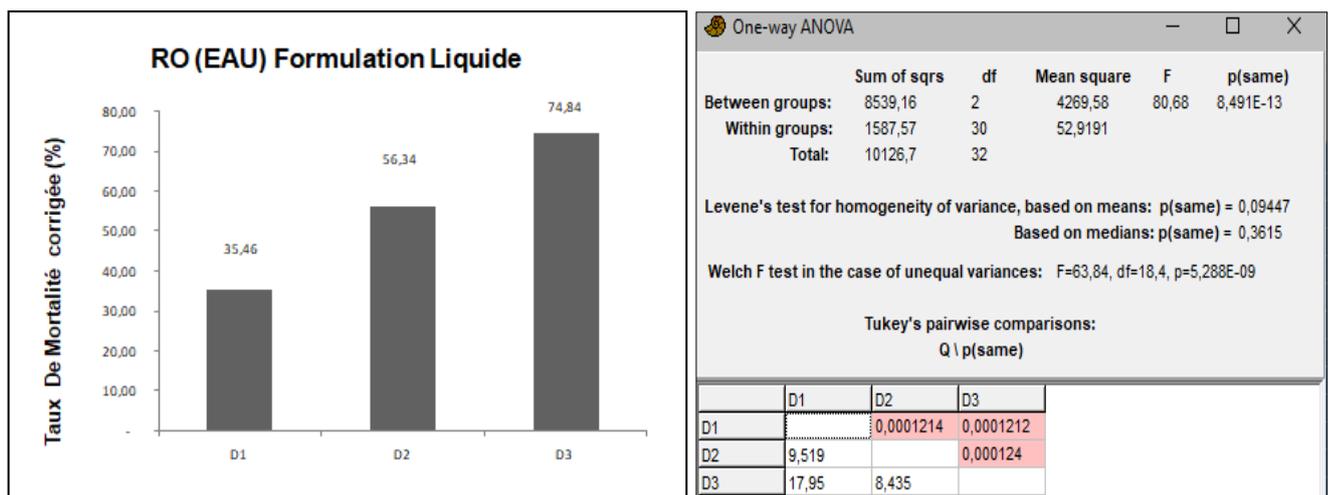
**Figure 50: Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traite par lombricompost solide sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL)**

D'après les résultats obtenus dans la figure (51).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=6,153 \times 10^{-7}$ ,  $p < 0,1\%$ ) de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le lombricompost Liquide sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1.



**Figure 51 : Étude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentiel de *Rosmarinus officinalis* traite par lombricompost liquide sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL)**

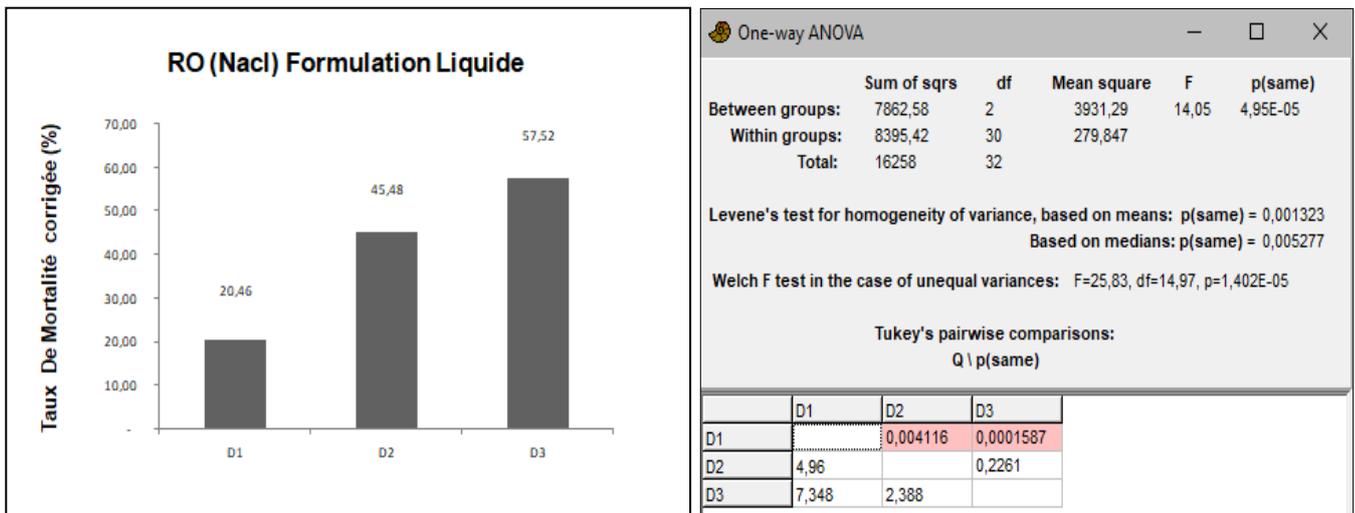
Suite les résultats obtenus dans la figure (52).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=8,491 \times 10^{-13}$ ,  $p < 0,01\%$ ) de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par l'eau courant sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



**Figure 52: Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentiel de *Rosmarinus officinalis* traite par l'eau Courante sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL)**

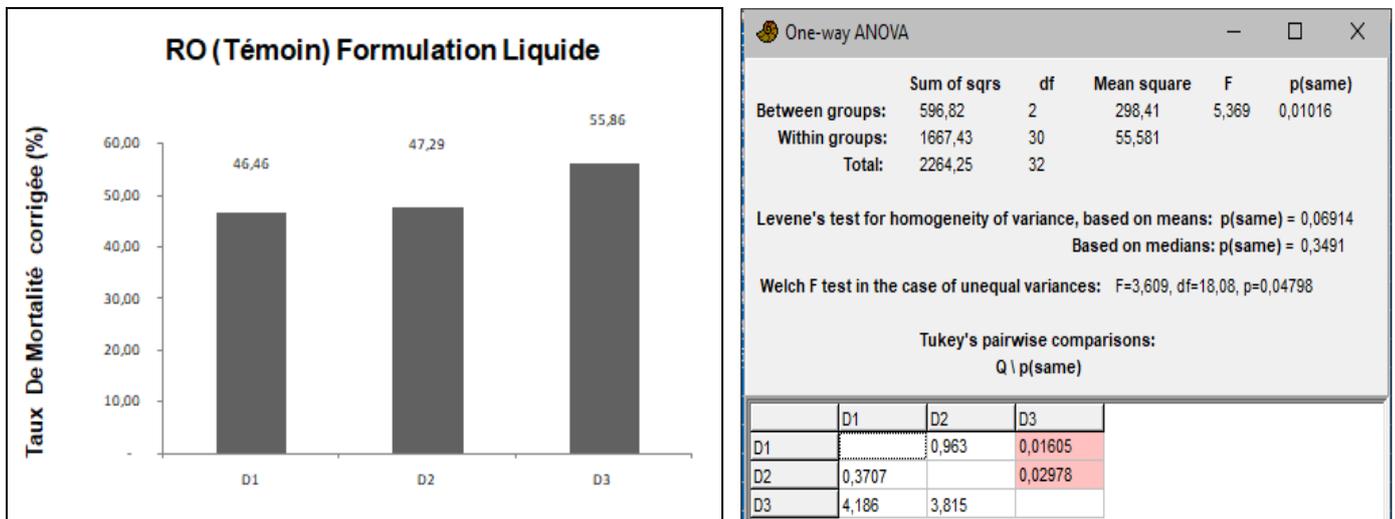
D'après les résultats obtenus dans la figure (53).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=4,95 \times 10^{-5}$ ,  $p < 0,1\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le NaCl sur les adulte de *Tribolium*

*confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



**Figure 53 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traitée par Eau salin (NaCl) sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL).**

En ce qui concerne les résultats obtenus dans la figure (54). L'analyse de variance montre la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=1,016 \times 10^{-2}$ ,  $p < 5\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* non traitée sur les adultes de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



**Figure 54 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* (témoin) sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL).**

## 2.2. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis*(R.O) (formulation solide-FS-) sur la mortalité de *Tribolium confusum* par ingestion.

a- D'après les résultats obtenus dans la figure (55).L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,2373$ ,  $p>5\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le **lombricompost solide** sur les adulte de *Tribolium confusum*. les trois doses testées expriment le même effet toxique

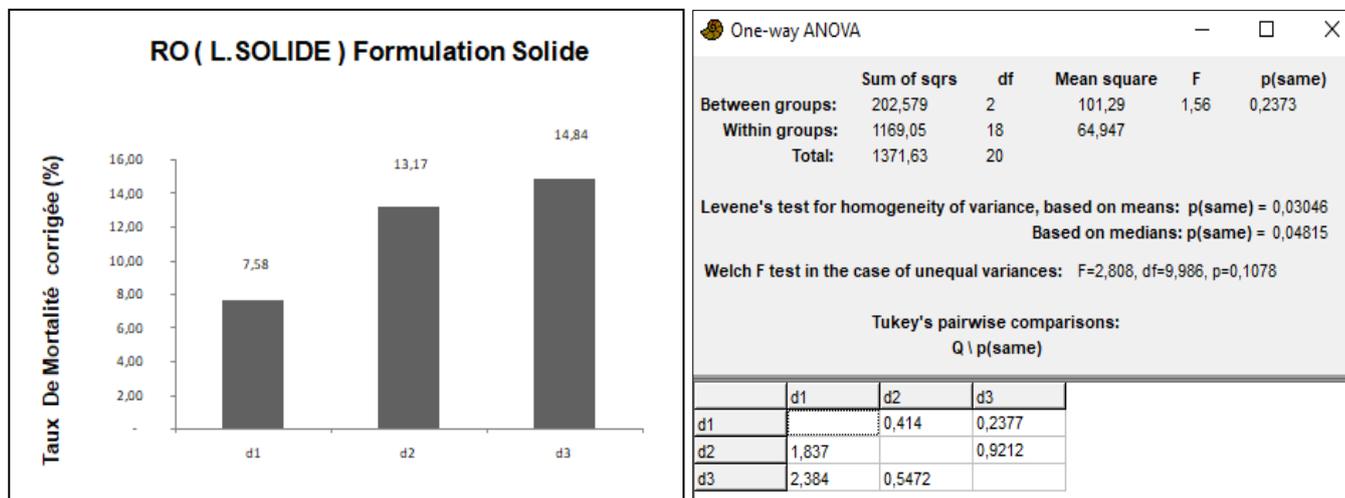


Figure 55 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* traite par lombricompost solide sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS)

Selon les résultats obtenus dans la figure (56).L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,2212$ ,  $p>5\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* traité par le **Lombricompost Liquide** sur les adulte de *Tribolium confusum*. Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique.

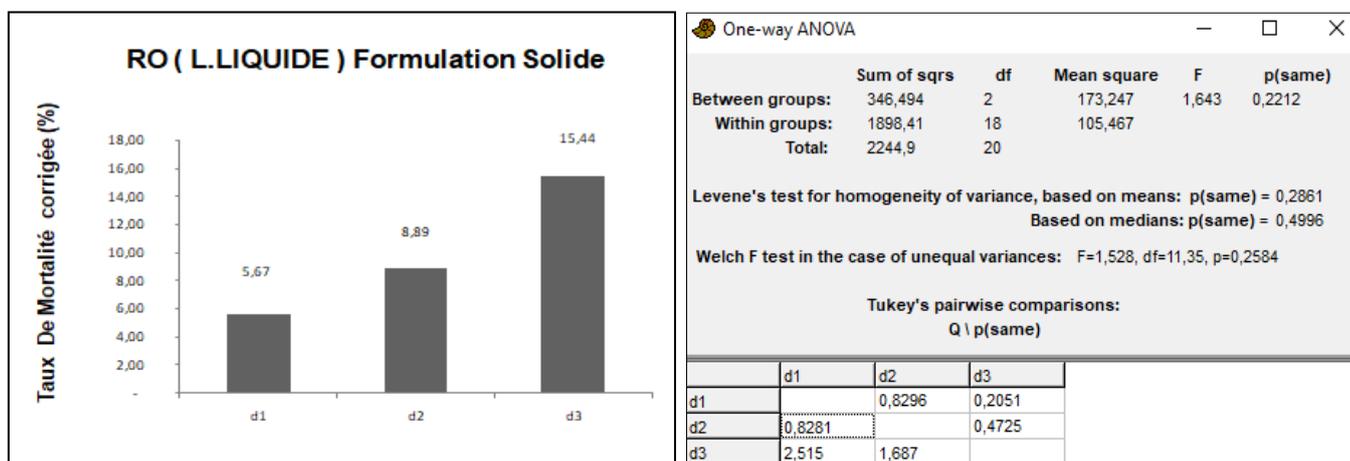
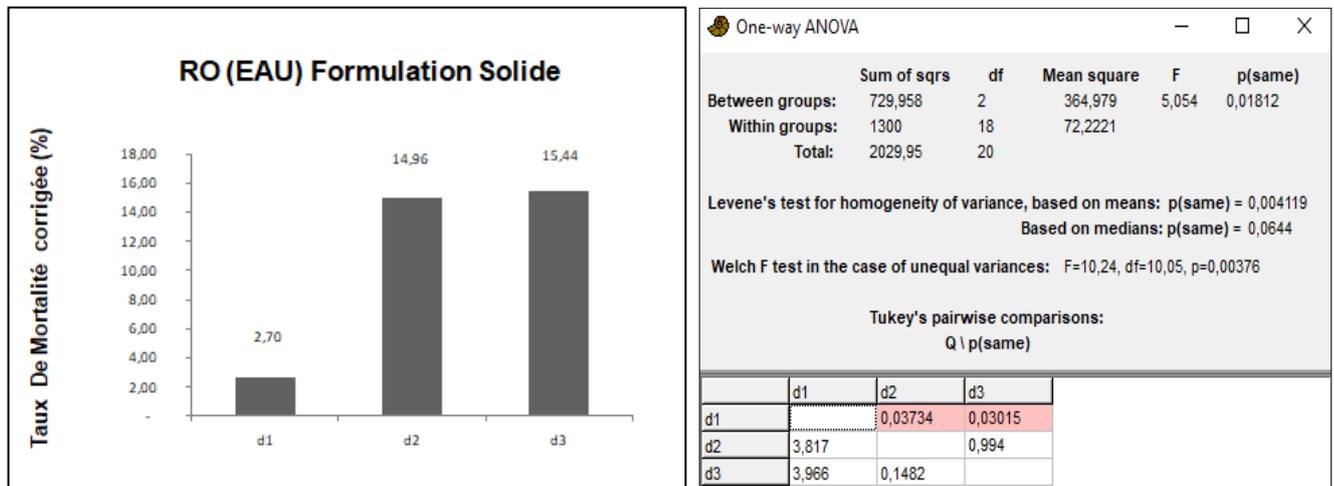


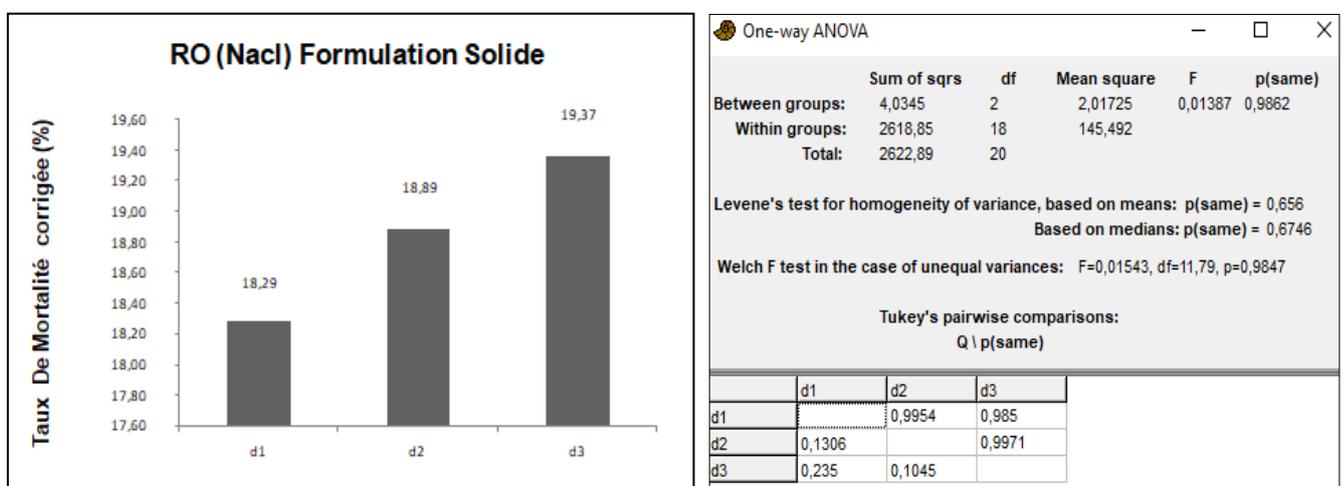
Figure 56 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* traite par lombricompost liquide sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).

Suivant les résultats obtenus dans la figure (57).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=1,812 \times 10^{-2}$ ,  $p < 5\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de **Rosmarinus officinalis** traité par l'eau courant sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



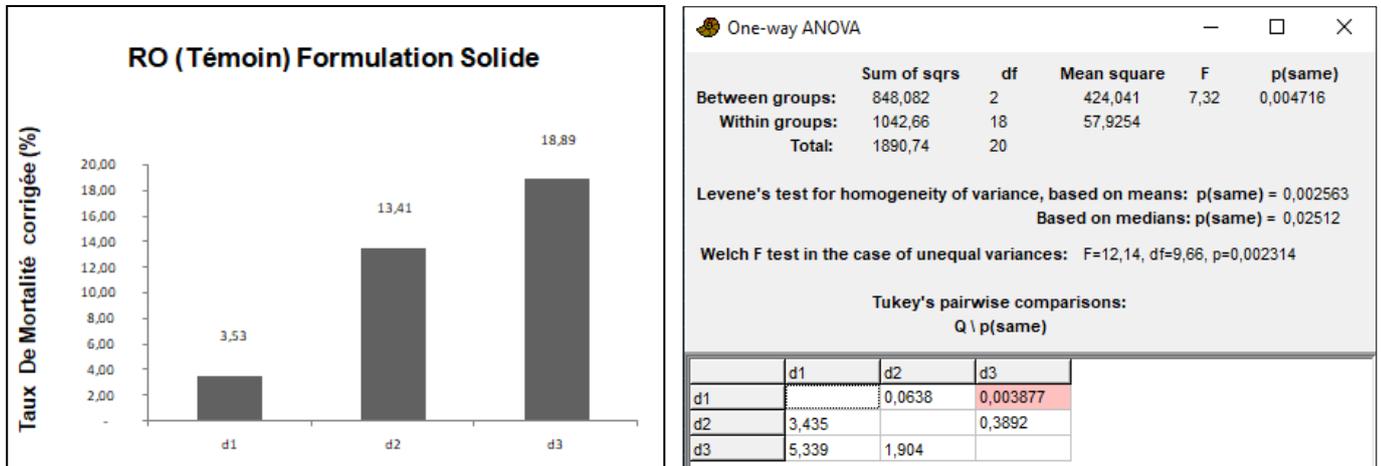
**Figure 57 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis* traite par l'eau courant sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).**

D'après les résultats obtenus dans la figure (58).L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,9862$ ,  $p > 5\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de **Rosmarinus officinalis** traité par le NaCl sur les adulte de *Tribolium confusum*. Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique.



**Figure 58 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis* traite par l'eau salin (NaCl) sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).**

Suite les résultats obtenus dans la figure (59).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=4,712 \times 10^{-3}$ ,  $p < 1\%$ ) de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de **Rosmarinus officinalis non traité** sur les adulte de **Tribolium confusum**. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la

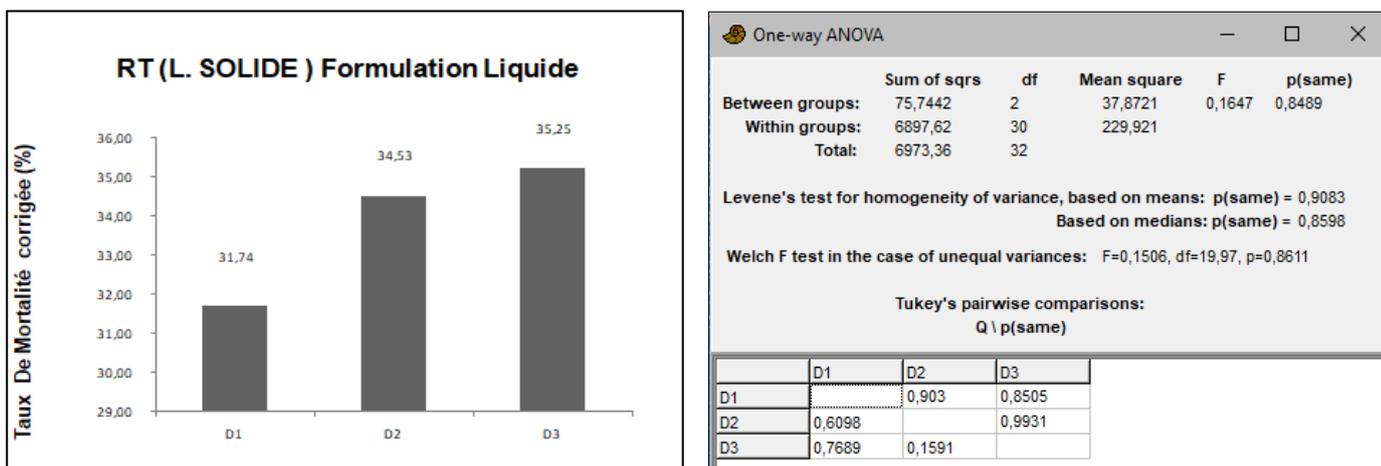


dose D1

**Figure 59 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis* non traité (Témoin) sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).**

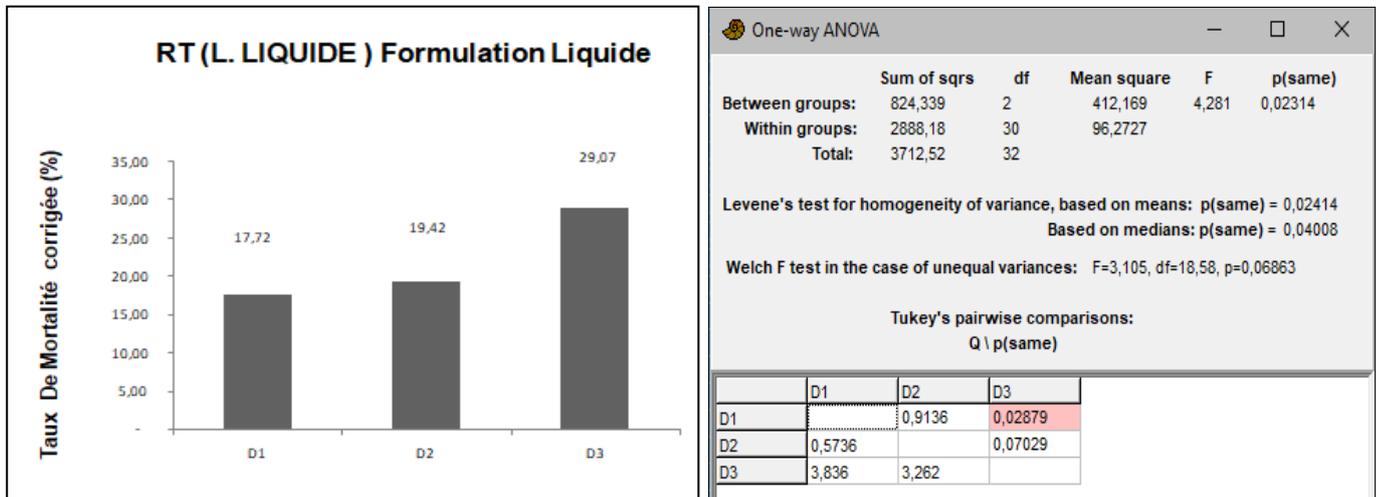
### 2.3. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulée de *Rosmarinus tournefortii* (R.T) (formulation liquide-FL-) sur la mortalité de *Tribolium confusum* par contact direct.

D'après les résultats obtenus dans la figure (60), L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,8489$ ,  $p > 5\%$ ), de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de **Rosmarinus tournefortii** traité par le **Lombricompost solide** sur les adulte de *Tribolium confusum* Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique



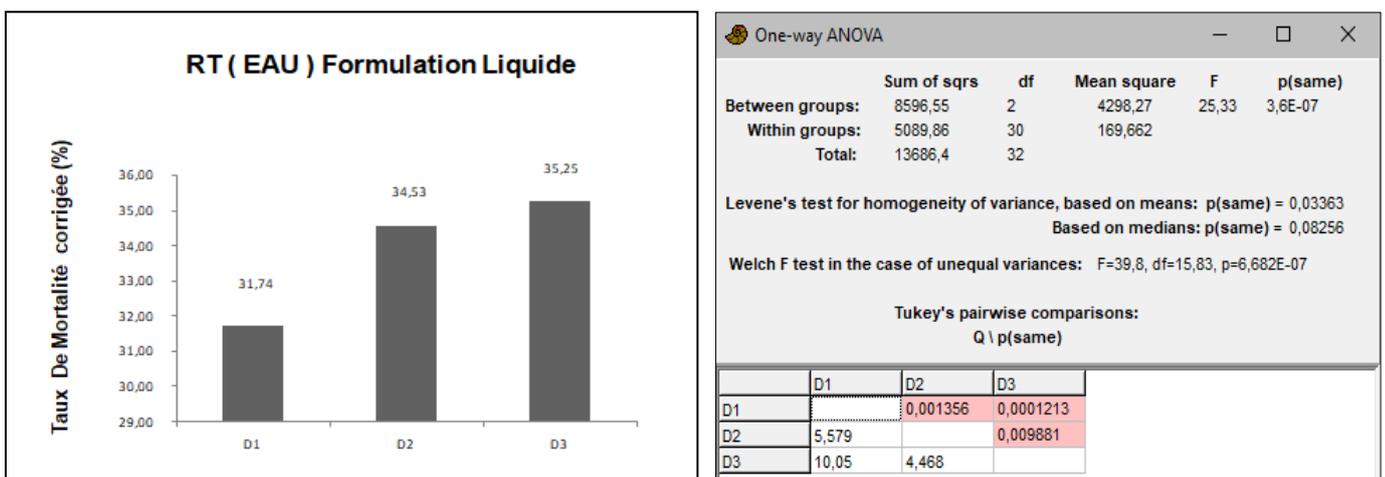
**Figure 60 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traite par lombricompost solide sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL).**

Pour les résultats obtenus dans la figure (61), L'analyse de variance montre la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=2,314 \times 10^{-2}$ ,  $p < 5\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* traité par le **Lombricompost Liquide** sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



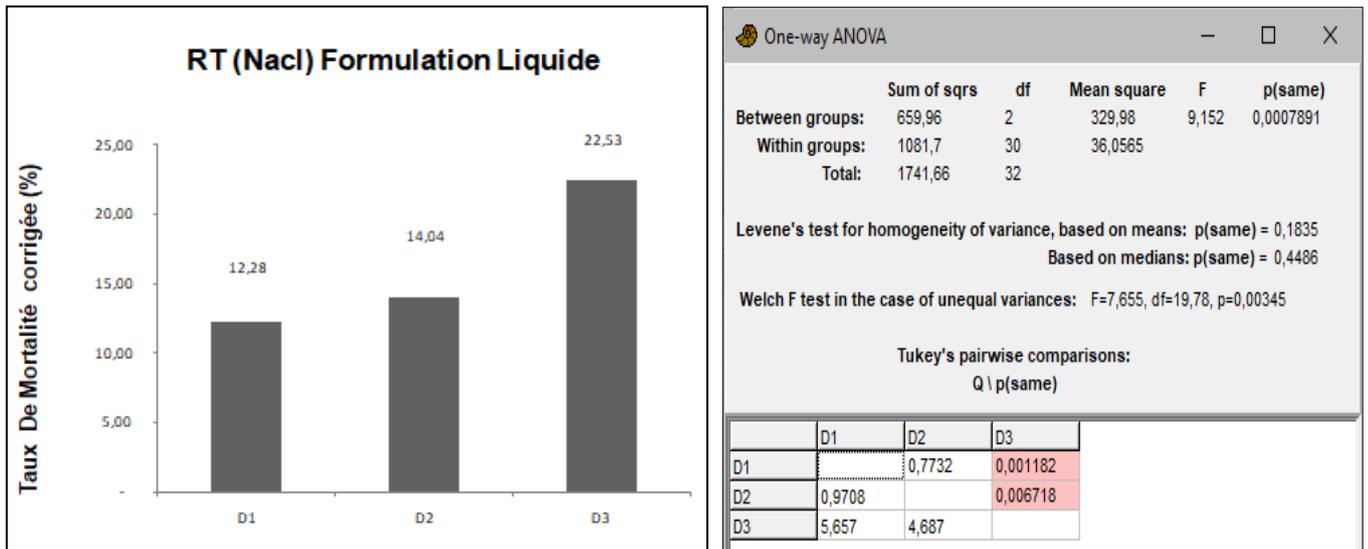
**Figure 61 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traite par lombricompost liquide sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL)**

Solons les résultats obtenus dans la figure (62), L'analyse de variance montre la présence d'une différence **Hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=3,60 \times 10^{-7}$ ,  $p < 0,1\%$ ) de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* traité par l'**eau courante** sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



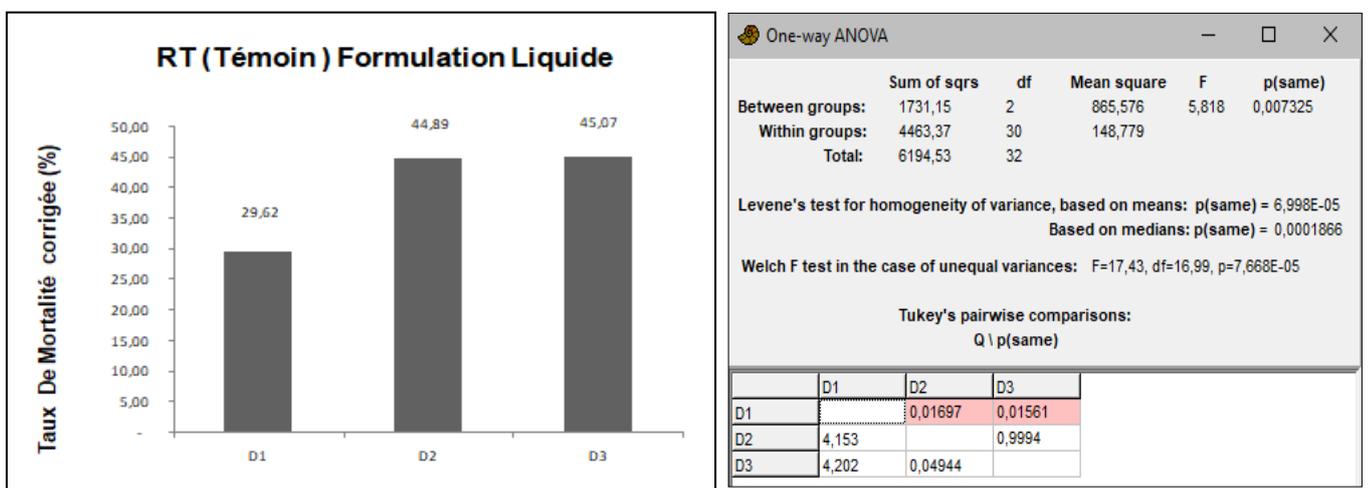
**Figure 62 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traite par l'eau courante sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL)**

Suivant les résultats obtenus dans la figure (63), L'analyse de variance montre la présence d'une différence **Hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=7,891 \times 10^{-4}$ ,  $p < 0,1\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* traité par le NaCl sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



**Figure 63 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traite par l'eau Salin (NaCl) sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL).**

D'après les résultats obtenus dans la figure (64), L'analyse de variance montre la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=7,325 \times 10^{-3}$ ,  $p < 5\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* non traité sur les adulte de *Tribolium confusum*. Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique



**Figure 64 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* non traité (Témoin) sur *Tribolium confusum* par contact direct (FL).**

## 2.4. Etude comparée de l'effet dose des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* (R.T) (formulation solide-FS-) sur la mortalité de *Tribolium confusum* par contact ingestion.

Selon les résultats obtenus dans la figure (65).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **Hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=5,749 \times 10^{-4}$ ,  $p < 1\%$ ). de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* traité par le **Lombricompost solide** sur les adulte de *Tribolium confusum* Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1.

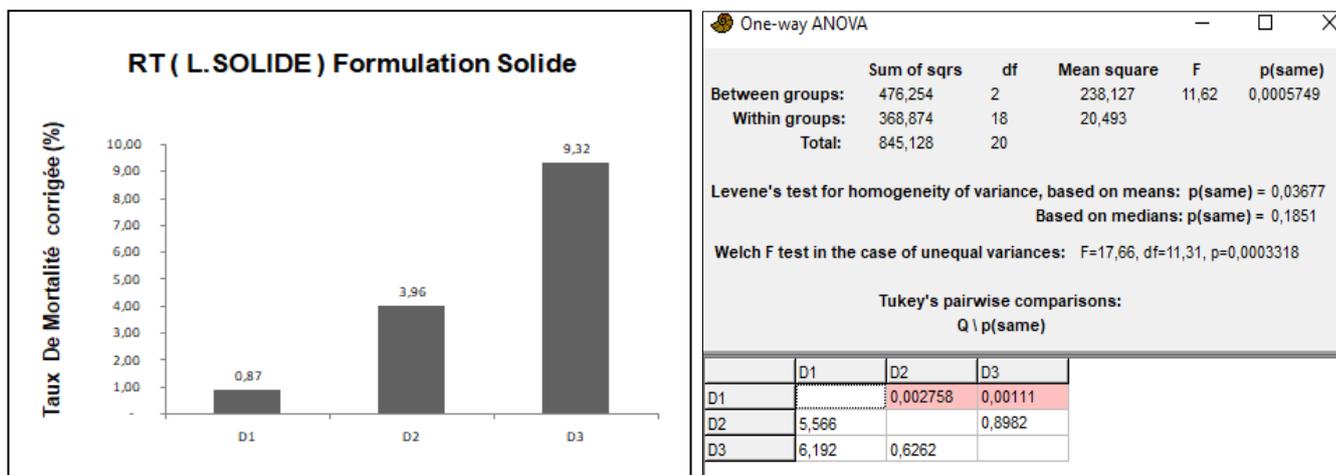


Figure 65 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par lombricompost solide sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).

Relativement à les résultats obtenus dans la figure (66).L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,406$ ,  $p > 5\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus Tournefortii* traité par le **lombricompost Liquide** sur les adulte de *Tribolium confusum* Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique.

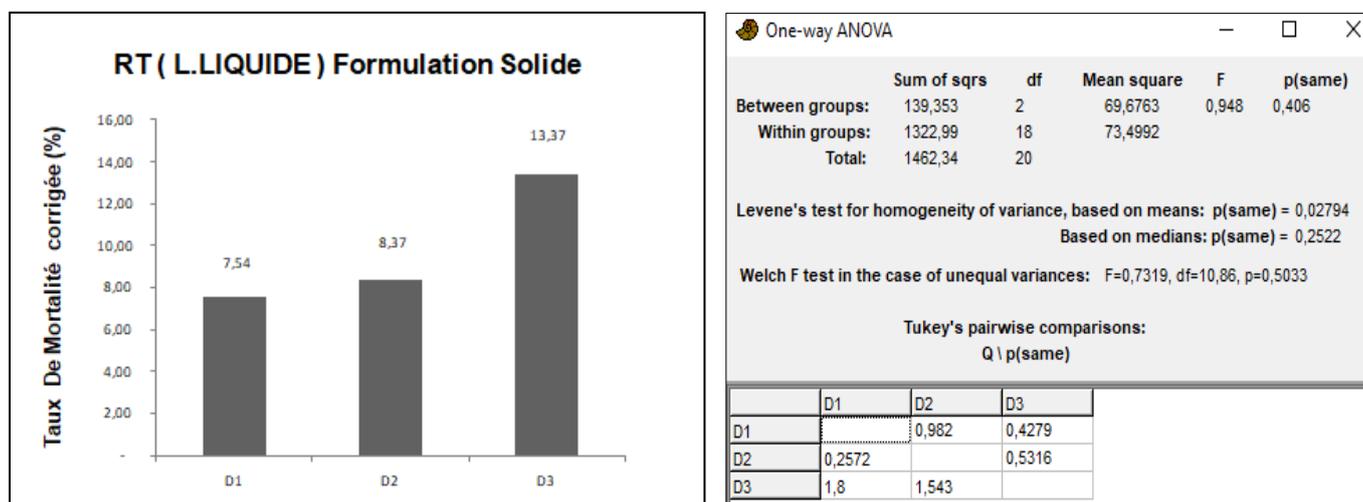
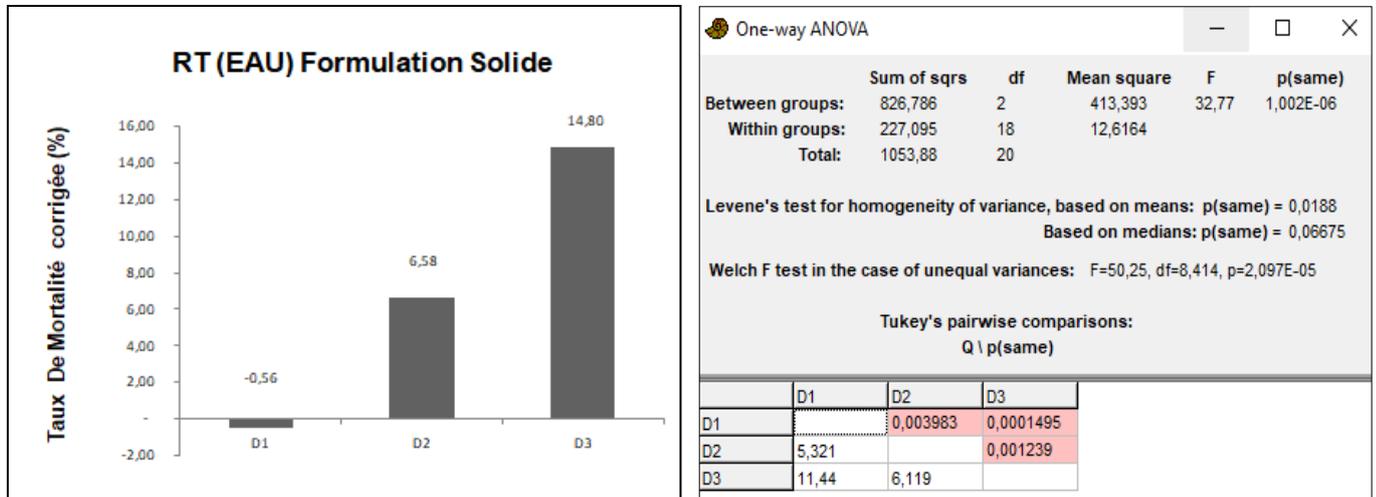


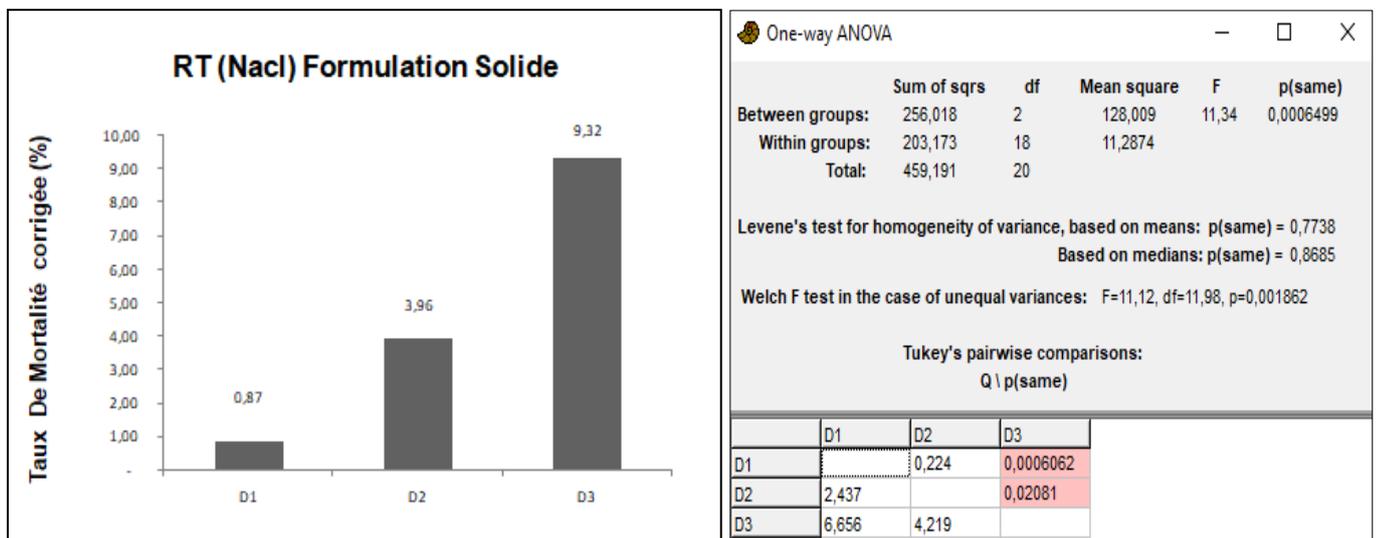
Figure 66 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par lombricompost liquide sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).

Pour les résultats obtenus dans la figure (67).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **Hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=1,002 \times 10^{-6}$ ,  $p < 0,01\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus Tournefortii* traité par le **L'eau courant** sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1.



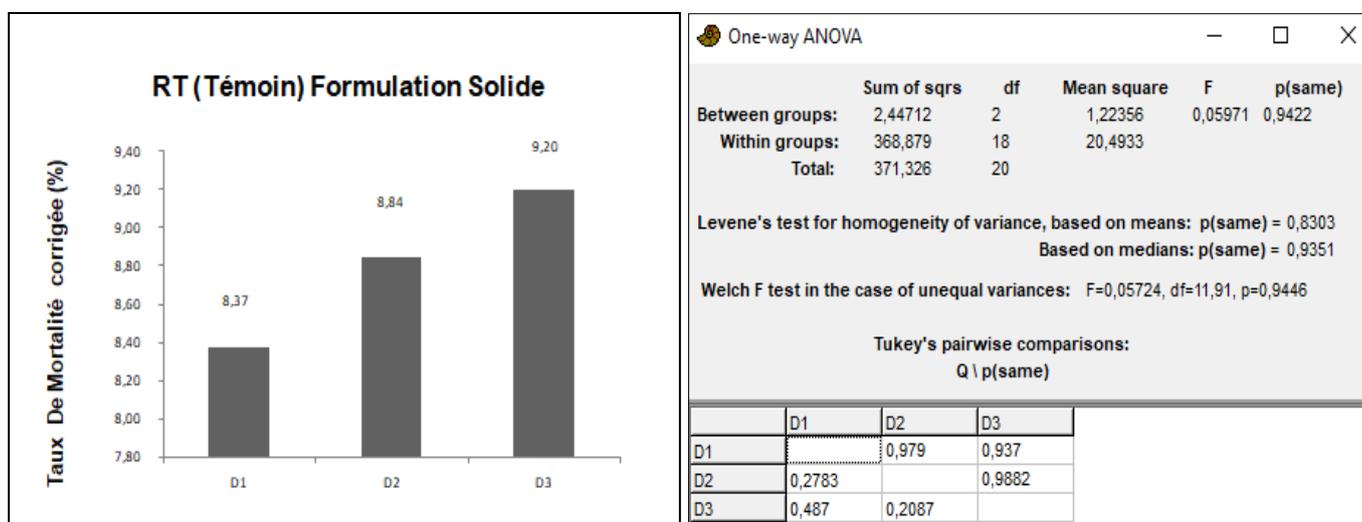
**Figure 67 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par l'eau Courant sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS)**

A la suite des résultats obtenus dans la figure (68).L'analyse de variance montre la présence d'une différence **Hautement significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=6,499 \times 10^{-4}$ ,  $p < 1\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus Tournefortii* traité par le **NaCl** sur les adulte de *Tribolium confusum*. Les doses D2 et D3, expriment les effets toxiques les plus importants par rapport à la dose D1



**Figure 68 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus Tournefortii* traité par l'eau saline (NaCl) sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).**

D'après les résultats obtenus dans la figure (69).L'analyse de variance ne montre pas la présence d'une différence **significative** (Test One-Way-ANOVA,  $p=0,9422$ ,  $p>5\%$ ).de l'effet des différentes doses des huiles essentielles formulées de ***Rosmarinus tournefortii* non traité** sur les adulte de *Tribolium confusum* Donc, les trois doses testées expriment le même effet toxique.

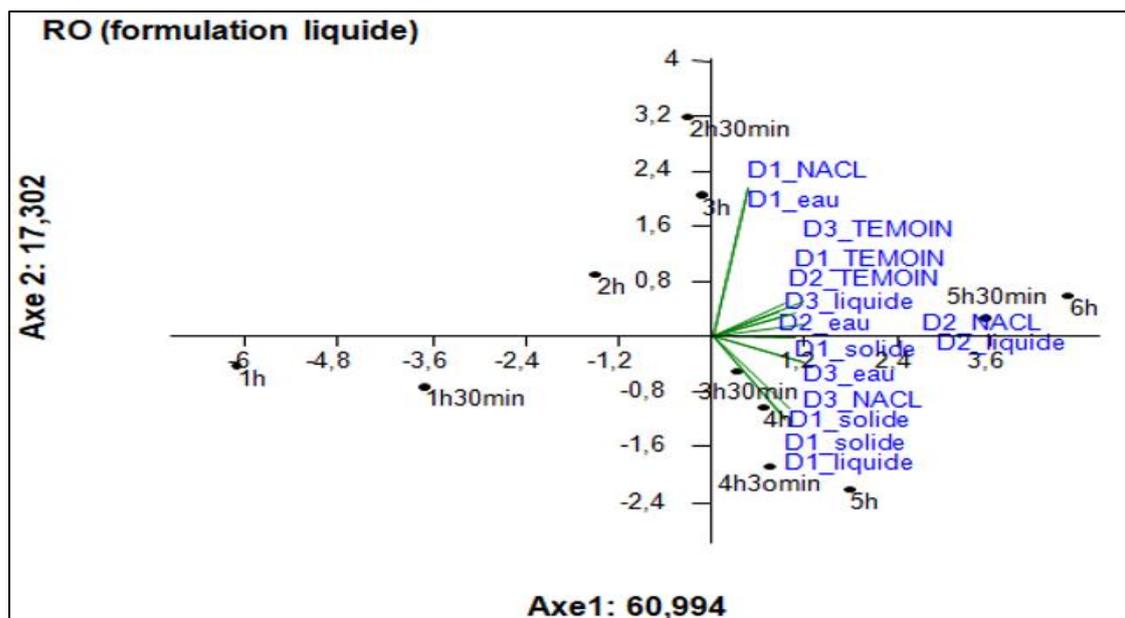


**Figure 69 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur dose de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* non traité (Témoin) sur *Tribolium confusum* par contact ingestion (FS).**

### 3. Tendence des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*

#### 3.1. Tendence des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* par effet de contact et d'ingestion sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis*

L'analyse en composantes principales (**A.C.P**) effectuée avec le logiciel **PAST** à partir des valeurs des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* est satisfaisante pour le paramètre doses des différents bioproduits à base des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* formulées **en liquide**, dans la mesure où près de 80% de la variance est exprimée sur les deux premiers axes ( $Axe_1+Axe_2=78,29\%$ ). (Figure 70)



**Figure 70: Projection des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet de des huiles essentielles formulées *Rosmarinus officinalis* par contact direct (formulation liquide) sur les axes ACP.**

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *Tribolium confusum* par effet contact (formulation liquide) sur le premier axe 1(60,994%), montre que toutes les doses de l'huile essentielle RO sous l'effet des différents stimulateurs (lombricompost liquide, lombricompost solide, eau courante et eau saline), accusent une **mortalité tardive**. Les projections des vecteurs relative aux mortalités corrigées informe que les différents bioproduits à base d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* notamment (**D2\_eau ,D2\_NaCl, D2\_liquide, D1\_solide**) montrent réellement leurs potentiel insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* a partir **6h d'exposition** par voie de contact direct aux traitements. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet du traitement **D3\_témoin, D1\_témoin D2\_témoin, D3\_liquide** après **5h30min d'exposition**. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements **D3\_eau, D3\_NaCl, D3\_solide, D1\_liquide** dès 8h d'exposition aux traitements et Un quatrième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet du traitement **D1\_NaCl, D1\_eau** , après **3h d'exposition** aux traitements.

La même analyse appliquée aux valeurs des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* est satisfaisante pour le paramètre doses des différents bioproduits à base des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* formulés **en solide**, dans la mesure où plus de 80% de la variance est exprimée sur les deux premiers axes (Axe<sub>1</sub>×Axe<sub>2</sub>=94,916%). (Figure 71)

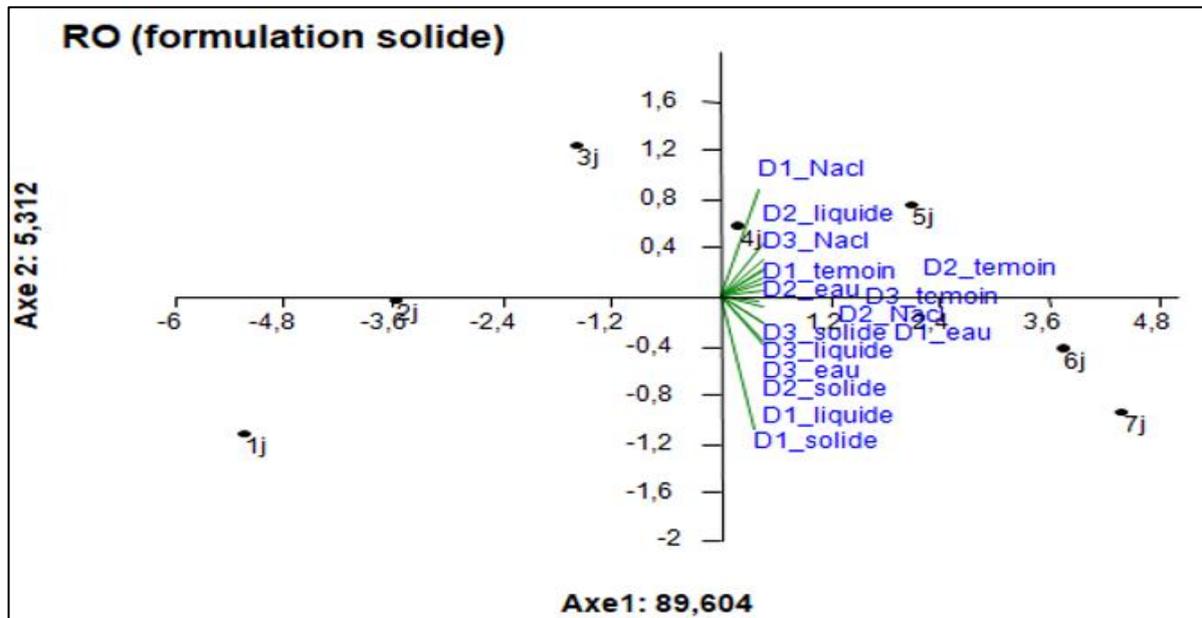
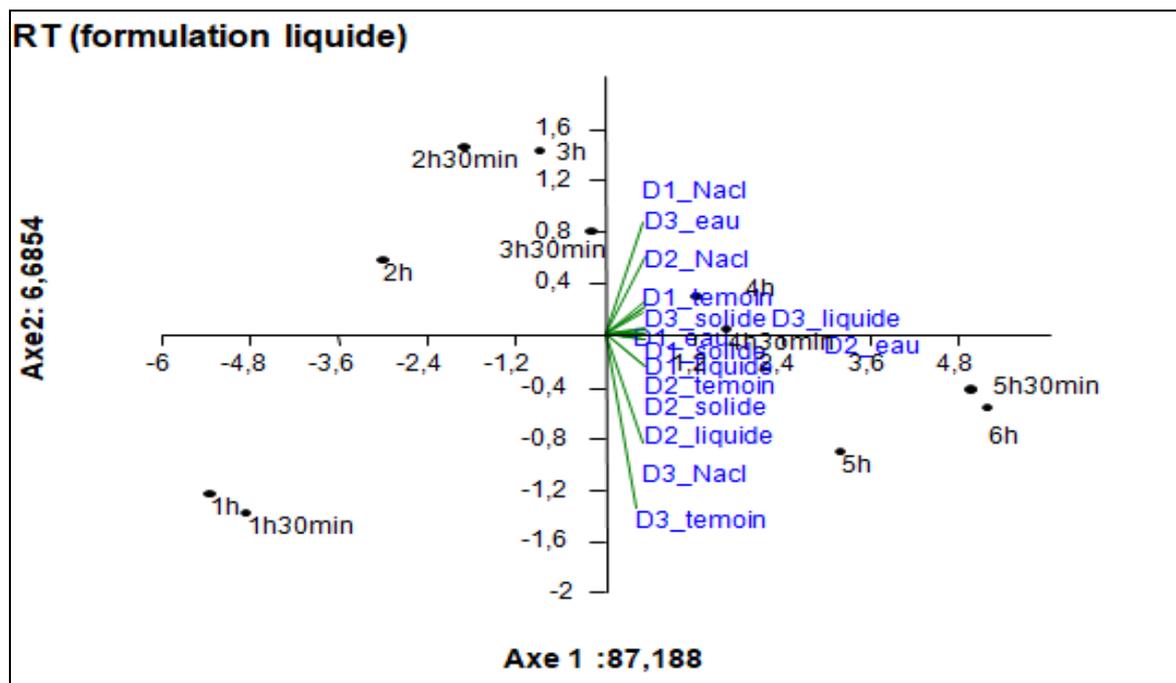


Figure 71 : Projection des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet d'huiles essentielles formulées *Rosmarinus officinalis* par ingestion (formulation solide) sur les axes ACP.

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *Tribolium confusum* par effet d'ingestion (formulation solide) sur le premier axe 1 (89,604%), montre que toutes les doses de l'huile essentielle de R.O sous l'effet des différents stimulateurs (lombricompost liquide, lombricompost solide, eau courante et eau saline), accusent une **mortalité tardive**. Les projections des vecteurs relatives aux mortalités corrigées informent que les différents bioproduits à base d'huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* notamment (D1\_NaCl, D2\_liquide, D3\_NaCl, D1\_témoin, D2\_eau), montrent réellement leur potentiel insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* à partir du 5<sup>ème</sup> jour d'exposition aux traitements. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements D3\_témoin, D1\_témoin, D2\_NaCl, D3\_solide, D1\_eau qui s'installe dès le 6<sup>ème</sup> jour d'exposition. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements D3\_liquide, D3\_eau D2\_solide, D1\_liquide et D1\_solide dès le 7<sup>ème</sup> jour d'exposition aux traitements.

### 3.2 Tendence des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii*

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *tribolium confusum* par **effet contact (formulation liquide)** apparaît dans la **partie positive** sur le premier **(93.78%)** montre que toutes les doses de l'huile essentielle **RT** avec toutes les stimulateurs accusent une **mortalité tardive** visible par le biais des corrélations positives établies (**Figure 72**), Les projections des vecteurs relative aux mortalités corrigées informe queles différentes phytopréparations (lombricompost liquide, lombricompost solide, eau courante et eau saline) de l'huile essentielle a base de *Rosmarinus tournefortii* notamment (**D1-NaCl, D3-eau D2-liquide, D-2nacl, D-1 témoin, D3-solide et D3-liquide**) montrent réellement leurs potentiel insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* a partir **4h de d'exposition** par voie de contact direct aux traitements. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet du traitement **D1-eau, D2-eau, D1-solide et D1-liquide après 5h30min d'exposition**. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements **D2-témoin, D2 -solide, D2 – liquide et D3 -NaCl, D3- témoin** dès **5h d'exposition** aux traitements.



**Figure 72 : Projection des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* (R.T) par contact direct (formulation liquide) sur les axes ACP.**

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *Tribolium confusum* par **effet d'ingestion (formulation solide)** sur le premier axe (**81.51%**) montre que toutes les doses de l'huile essentielle R.T avec toutes les stimulateurs accusent une **mortalité tardive** visible par le biais des corrélations négative établies (**Figure 73**). Les projections des vecteurs relative aux mortalités corrigées informe que les différentes phytopréparations (lombricompost liquide, lombricompost solide, eau courante et eau saline) de l'huile essentielle formulée a base de *Rosmarinus tournefortii* notamment (**D1- eau, D2 -NaCl, D3-solide et D3-liquide**) montrent réellement leurs potentiel insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* a partir **5j d'exposition** par voie de contact direct aux traitements. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet du traitement **D2 -liquide, D3 -témoin D2-eau, D3 -eau et d1- témoin** après **6j d'exposition**. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements **D1-liquide, D3- NaCl, D2- témoin, D1-solide, D1 -solide et D1- NaCl** dès le **7j** d'exposition aux traitements.

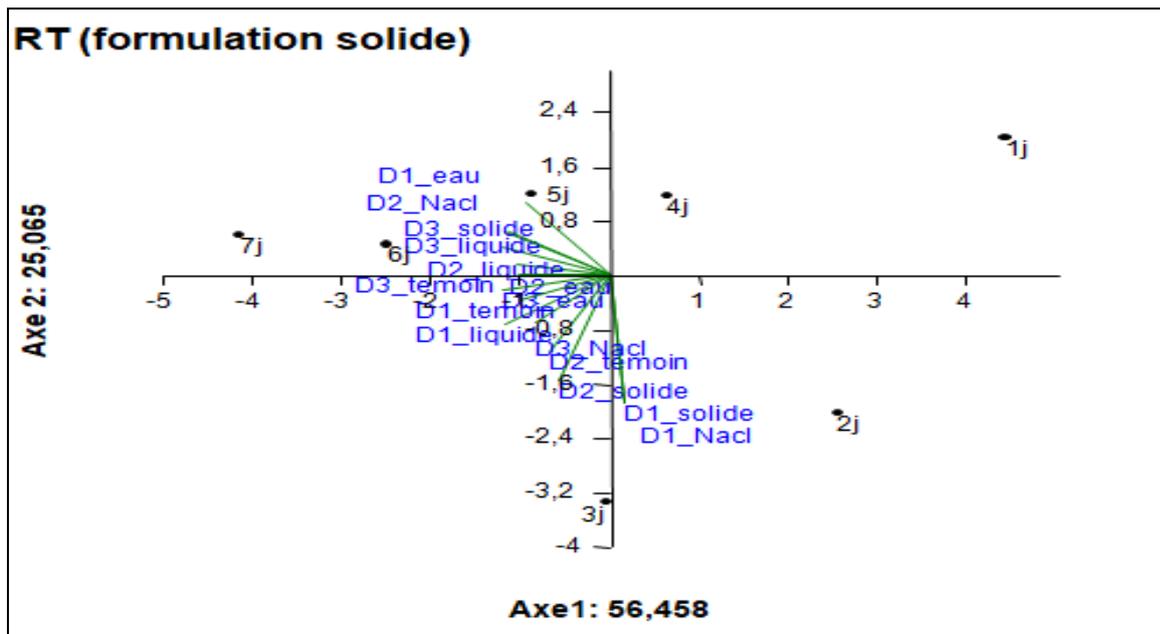


Figure 73 : Projection des mortalités corrigées de *Tribolium confusum* sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus tournefortii* (R.T) par ingestion (formulation solide) sur les axes ACP.

## DISCUSSION

Les huiles essentielles qui sont des insecticides naturelles présentent plusieurs avantages par rapport aux insecticides synthétiques à cause de leur biodégradation rapides et la réduction des multiples conséquences sur l'environnement et notre écosystème et la santé humaines. Nous pouvant être utilisés ces les huiles essentielles des plantes aromatiques, et les métabolites secondaires comme bioproduits biocides dans la lutte contre les différents ravageurs cible comme les ravageurs des denrées stocké « *Tribolium confusum* ».

L'objectif de notre travail est l'évaluation de la toxicité des huiles essentielle formulées issues d'une nutrition organique et un stress salin de deux plantes médicinales et aromatiques spontanées *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* de différent région (Alger et Tipaza) sur le *Tribolium confusum* par contacte directe et par ingestion. Les résultats de cette étude semblent être intéressants et confirment leur pouvoir protecteur vis-à-vis du bio agresseur ciblé.

Plusieurs études qui ont démontré que l'utilisation des huiles essentielles extraites par des plantes aromatiques utilisées, comme bio pesticides réduisant les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées. et plusieurs observations démontrant que les huiles ou les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs (**Jacobson, 1989 ; Adjoudji et al., 2000**) et ils sont cohérents à ceux notés par plusieurs auteurs. En effet, (**Hori, 1998**) considère que les huiles essentielles du romarin comme un répulsif puissant contre *Myzus persicae*. (**Işık et Görür 2009**) ont testé les huiles essentielles de sept plantes contre *Brassicae Brevicorine*, celles de **R. officinalis** ont enregistré un taux de mortalité de 24%. (**Benazzeddine, 2010**) enregistré un taux de mortalité de 50% en utilisant ces composés contre *Sitophilus oryzae*. (**Elguedoui, 2003**) a noté une mortalité de 89,72% due à l'application de ces mêmes substances contre *Rhyzopertha domicades*, D'après (**Santana et al., 2014**) ,

Selon (**Shaaya et al. 1991**), L'activité insecticide de *R. officinalis* a été étudiée par plusieurs auteurs. En effet, l'eugénol, principal composant de l'huile essentielle, cause jusqu'à 100 % de mortalité chez *T. castaneum*, *R. dominica* et *Oryzaephilus surinamensis* par fumigation à la dose de 10 à 15 µl/l air.

Cependant (**Tapondjou et al., 2004**) ont confirmé que le composé chimique (1,8-Cineole) dominant dans l'essence de *R. officinalis* est le seul qui a montré un effet tolet (**Asawalam et al., 2008**) confirme qu'une mortalité de 63 % dans une population de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) a été obtenue par l'emploi de ce composé tout seul. Ce dernier est connu d'agir sur les insectes en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile en inhibant l'acétylcholinestérase et occupant le site hydrophobique de cet enzyme qui est très actif (**Obeng-Ofori et al., 1997**) et Les effets toxiques des huiles essentielles dépendent de l'espèce de l'insecte, de la plante et du temps d'exposition (**kim et al ., 2003**).

Néanmoins, d'autres composés des huiles essentielles du romarin peuvent contribuer à l'augmentation de la toxicité tels que linalool et cinnamaldéhyde qui ont démontré un effet très toxique contre *Rhopalosiphum padi* (**Hamraoui et Regnault, 1997**) et  $\alpha$ -terpinéol, cinéole et limonène contre *Tribolium confusum*. Aussi, des composés comme les monoterpénoïdes qui sont généralement volatiles et plutôt des composés lipophiles peuvent pénétrer dans les insectes rapidement et interférer avec leurs fonctions physiologiques des insectes (**Lees et al., 2001**).e

D'après **Ojimelukwe et alder (1999)**, signalent que  $\epsilon$ -pinène, composant chimique principal d'une Lamiaceae du genre Artemesia a révélé un effet insecticide intéressant contre *T. castaneum*. Et ainsi qu'avec plus de 400.000 substances chimiques (terpènes, alcaloïdes, phénols, tannins) le règne végétal constitue la plus grande source de produits insecticides naturels du monde (**ISRA/CNRA, 1997**).

Les résultats de la présente étude montrent que la plus forte toxicité a été marquée par les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L (formulation liquide avec dose=2ml) irriguée par l'eau courante qui se révèle plus toxique sur le *Tribolium confusum* que l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* L sous l'effet de différents stimulateurs.

Selon **Elguedoui (2003)**, l'efficacité des huiles essentielles de romarin et de thym sur *Rhyzopertha dominica*; testé par contact et par inhalation, a montré l'effet insecticide de ces deux huiles, avec plus d'efficacité pour le romarin à la dose 1,384mg / cm<sup>2</sup> qui correspond à 89,72% de mortalité contrairement au thym à cette même dose le taux observé est de 100%.

D'après **Lakrous (2018)**, l'huile essentielle de **R. officinalis** a un effet toxique vis-à-vis des mâles et des femelles du bruche de la fève **Bruchus rufimanus**, et ce, par inhalation. Cet auteur a signalé que le taux de mortalité totale est obtenu à la plus forte dose 4µl, au bout de 12h d'exposition pour les deux sexes.

Selon **Hopkings (1999)** et **Bouaouina et al (2000)**, ont démontré, que dans les conditions environnementales, les plantes sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes : hydriques, thermiques, pédologiques et autres, engendrant différents types de stress. la nutrition de la plante se trouve sous les dépendances, non seulement de sa constitution génétique (**Bouaouina et al ., 2000**), mais aussi d'une série de facteurs écologiques et culturales qui sont susceptibles d'influencer la composition du feuillage (**Chabousou, 1975**).

D'après les résultats d'analyse statistiques on conclue que les huiles essentielles de **Rosmarinus officinalis** et **Rosmarinus tournefortii** plus toxique par effet contact (formulation liquide) direct que par ingestion (formulation solide) sur le **Tribolium confusum** donc le mode d'action et type de formulation est influence sur la toxicité et L'efficacité des huiles essentielles formulée de R.O et R.t.

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (**Isman, 1994**).

Selon **Benazzeddine, (2010)** ces résultats rejoignent d'une manière plusieurs travaux par contact sur **Tribolium confusum**, le thym et la menthe verte ont provoqué 100% de mortalité, vient se positionnée après le romarin avec un taux de 97,37%, l'eucalyptus 72,63% et enfin le Citronnelle avec 52,26%.

Suite les travaux de **Prates et al. (1998)** portant sur l'efficacité monoterpène dont 1.8 cineol par contact qui donne 100% de mortalité sur **Rhyzopertha dominica** et 58,3% sur **Tribolium confusum**.

En effet utilisation des huiles en formulation poudreuse conduit à une protection des stock durant trois mois sans diminuer le pouvoir de germination des grains .des essais similaires réalisés au Kenya par **Bekele Hasanali en 2001** et **Regnault-Roger et Hamraoui en 1993**, traitant de l'efficacité des huiles essentielles des

feuilles de dix plantes aromatique sur les bruche *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) ont donné des résultats qui ont démontré que les plantes de la famille des Labiées (Lamiacées) entre autre le *Rosmarinus officinalis* L., reste plus efficaces que les plantes appartenant a d'autres familles :Lilliacées, Graminées, Myrtacées, Lauracées.

Evolution de la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* en fonction des doses montrent qu'une différence significative entre le taux de mortalité selon les doses (D1, D2, D3) utilisée dans les plupart des traitements a base de *Rosmarinus officinalis* et ceci montre que la mortalité est corrélée aux doses utilisé et aux temps d'exposition. Donc l'efficacité des déférent traitements évoluent avec l'augmentation des doses testées.

En effet, (Hasni et Zeghba, 2017) ont montré que l'huile essentielle de *R. officinalis* ont occasionné respectivement 33.36%, 60%, 70%, 86.69 % de répulsion vis-à-vis des adultes de *Rhyzopertha dominica*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose (1, 2, 3 et 4 µl), l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 4 µl.

Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule elle même, de la dose utilisés, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. Les effets d'un stress environnemental se traduisent par des réponses hiérarchisées selon le type de perturbation, sa chronicité ou son intensité, et le niveau d'organisation biologique de l'espèce concernée (Kumschnabel et Lackner, 1993).

Les résultats obtenus montre clairement que l'application des huiles essentielle formulée a base de *Rosmarinus officinalis* L et *Rosmarinus tournefortii* par effet contact et par ingestion ayant un effet tardif sur les adulte *Tribolium confusum*, nos résultats son t similaire a ceux de (Moussaoui et al., 2014) signalent que Les résultats de la fluctuation temporelle de la mortalité montrent que le produit de synthèse Apivar présente un effet précoce par rapport aux bioproduits de Thym et d'Eucalyptus. Cette précocité c'est manifestée après six jours d'application où une forte baisse d'effectifs est signalée (17,25%). Cependant les produits biologiques ont manifestés un effet tardif divergent dont le bioproduit à base de Thym qui manifeste sa toxicité après 15 jours d'application dont l'effectif a été réduit a plus de (28,01%).

A la suite de **Tunc et al. (2000)** notent également que l'huile essentielle de l'origan provoque une mortalité de 89% chez *Tribolium confusum* après 96 heures d'exposition par contre l'huile essentielle de Romarin à une faible activité avec une mortalité de l'ordre de 65% chez *Tribolium confusum*, pour l'huile essentielle d'Eucalyptus le taux de mortalité est de 18%.

# *Conclusion*

## CONCLUSION

Les instances internationale comme l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS**) ont interdit l'usage de certains produits insecticides synthétisés chimiquement comme les organochlorés, D'autres ont imposée l'arrêt de la production du bromure de méthyle en 2005 puisqu'il est dangereux et nocif sur la santé humaine et polluante pour l'environnement.

Les molécules des plantes médicinales aromatiques peuvent avoir plusieurs effets chez les insectes (répulsif, attractif, perturbateur du développement et inhibiteur de la reproduction). Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (appareil digestif, système nerveux, organes sensoriels...).

Ce travail a été mené dans le cadre d'évaluer l'effet de deux formulations (solide et liquide) de l'huile essentielle de ***Rosmarinus officinalis*** et ***Rosmarinus tournefortii*** à différentes doses, et à différent mode d'application (par contact et par ingestion) vis-à-vis à les adultes de ***Tribolium confusum***.

A partir de cette investigation nous pouvons dégager les résultats suivants: Les résultats relatifs au traitement biologique par effet contact et par ingestion d'huile essentielle formulée de ***Rosmarinus officinalis*** et ***Rosmarinus tournefortii*** ont montré une **efficacité notable**.

En effet les résultats obtenus de la formulation liquide est révélée la plus forte pour les deux especes du romarin.

Cependant ***Rosmarinus officinalis*** irriguée par l'eau courante, dont le taux de mortalité à enregistrés une valeur très élevée (74,84%) sous l'effet de dose D3 (2ml) après 6h d'exposition.

Neanmoins la formulation solide (poudreuse), enregistré un taux de mortalité le plus élevé (19,37%) est marquée par l'huile essentielle de ***Rosmarinus officinalis*** Traité par le NaCl à la dose d3 (2g) après 7 jours d'exposition au traitement.

Par contre la forte toxicité a été marquée par l'huile essentielle de ***Rosmarinus tournefortii*** irriguée par l'eau courante.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes, Il est important d'identifier les molécules actives de ces substances naturelles pour la formulation et la fabrication des produits phytosanitaires propres sans effets secondaires. Nous envisageons de

poursuivre cette étude afin de préciser la nature du (ou des) composé (s) responsable (s) de cette activité insecticide par un fractionnement mené en parallèle avec les tests biologiques. Les essais au champ seront nécessaires pour confirmer l'intérêt pratique de ces résultats dans l'élaboration d'un pesticide naturel contre ce ravageur.

*Références  
bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Adjoudji O., Ngassoum M.B., Essia Ngang J.J., Ngamo L.S.T., et Ndjouenkeu R.** 2000- Activité insecticide des huiles essentielles des fruits de *Piper nigrum* (Piperaceae) et de *Xylopia aethiopica* (Annonaceae) sur *Sitophilus zeamais* (Curculionidae). Biosciences Proceedings, 7, 511-517.
2. **Afnor, 2000** : huile essentielles Echantillonnage et méthode d'analyse monographie
3. **Afnor.** Huiles essentielles echantionnage et méthode d'analyse monographies relatives aux huiles essentielles.2000
4. **AFNOR/ T75A**
5. **Alford D.** Ravageurs des végétaux d'ornement : arbres, arbustes et fleurs. 2è éd. Versailles : Ed. Quæ, 2013, 480p
6. **Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D. et Goff D., 2010.** Projet d'estimation des risques sanitaires. Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les organochlorés, les Organophosphorés et les Pyréthriinoïdes, IGS PERSAN 2009-2010, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique : 78.
7. **AMIRAT N., TEBBOUB S. et SEBTI M., 2011-** *Effet insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques lavandula stoechas et origanum glandulosum de la région de djijel* .Ed. R.K.L.M, Maroc, 133p.
8. **Amiri S. (2013).** Etude de quelques activités biologiques de l'huile essentielle du péricarpe de fruit du Citronnier *Citrus limon*L. [Mémoire Ingénieur], Université Blida1, p32.
9. **Anonyme, 2014** \_manuelle des bonnes pratiques de collecte de romarin *Rosmarinus officinalis*. Realiser par Centre de Recherche Forestière, HCEFLCD, Rabat, maroc, unité de la gestion de projet PAM, 12p.
10. **Anonyme, 2020** - Doc. Off. Nat. Met., Dar – El- Beida, Alger. 1p.
11. **Antoine, P H., 1991,** Affections neuropsychiatriques, en cycle Méd. Nat (PARIS, France), Phytothérapie, aromathérapie, -8, 9, 40p.
12. **Anton R., Lobstein A.** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments, et huiles essentielles. Paris et Cachan : Tec&Doc, 2005, 522p.

- 13. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Kumar, A., NI, A.A. et K, S.P.S.,2005**-Effet des engrais organiques et des engrais inorganiques sur la croissance, le rendement en herbes et en huile, l'accumulation de nutriments et la qualité de l'huile de basilic français. *Communications en science du sol et analyse des plantes*. 36 (1-14): 1737-1746.19.
- 14. Arancon.Q., Edward, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P. Et Metzger, J.D.,2008**-Influences des vermicomposts, produits par les vers de terre et les microorganismes issus de l'élevage,des déchets alimentaires et des déchets de papier, sur la germination, la croissance et la floraison des pétunias en serre, *Applied Soil Ecology*. 39: 91-99.22.
- 15. Association Tela Botanica. Botanique** : se former, identifier des plantes sauvages [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-75333-synthese>> (consulté le 24/11/2014)
- 16. Badreau F(2009)** les huiles essentielles : découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. ED. fernand Lenore. 315p
- 17. Balachowsky A. et Mensil L., 1936** - *Les insectes nuisibles azux plantes cultivées leurs destruction*. Ed. Etablissement Busson, Paris, T.II, III, Pp : 1722-1724.
- 18. Bärtels A., 1997.** Guide des Plantes du Bassin méditerranéen. Ed. Ulmer
- 19. Beirão ARB et Bernardo-Gil MG., 2006.** Antioxydants from *Lavandula luisieri*. 2<sup>nd</sup> Mercosur Congres on Chemical Engineering. Portugal. 8p
- 20. Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V - Agdai. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair. Département de Chimie. Faculté des Sciences de Rabat. 61p
- 21. Benazzeddine .S ; 2010-** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Mém. Ing., E.N.S.A, Alger. 107p
- 22. Benbelaïd F., Khadir A., Bendahou M., Zenati F., Bellahsene C., Muselli A., Costa J., (2016).** Antimicrobial activity of *Rosmarinus eriocalyx* essential oil and polyphenols: An endemic medicinal plant from Algeria. *J. Coast. Life Med.*, 4(1), 39-44

- 23. Bensebia O., Barth D., Bensebia B., Dahmani A., 2009.** Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. The Journal of supercritical fluids, vol. 49, p.p.161–166.
- 24. Bernard T., Perineau F., Bravo R., Delmas M. & Gaset A., 1988.** Extraction des huiles essentielles: chimie et technologie. Informations Chimie. France. 179-184 pp.
- 25. Blanc, N.D.G.1995 :** Insectes ; acariens et insecticides dans les écosystèmes de céréales stockées, Pages 123-168. Dans : Stocké écosystème . M.dekker (Ed), New York ,USA.
- 26. Boelens M.H., 1985.** The essential oil from rosmarinus officinalis L. Perfumes Flavours, Vol. 5, N°. 10, p.p. 21–37
- 27. Bouaouina s., Zid E. et Hadji M., 2000 –** Tolérance a la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.)
- 28. Bouchat, J., 1956,** BeniOunif (Sud Oranais) Etude géographique, historique et médicale, A rch Inst Pasteur, ALGER, 34, (41,5 75-671).
- 29. Bouchenak F., Degaichia H., Benrebiha F., Ammam S., 2016**
- 30. Boukhatem M.N, Hamaidi M.S, Saidi F et Hakim Y,** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Article de l'Unité de recherche en Biotechnologies Végétales, Département de Biologie, Université Saad Dahleb de Blida, Algérie. (03). 2010.p. 37-45.
- 31. Bououet, 1921,** Matière médicale indigène de l'Afrique du Nord, Trav Off Nat Matières Premières végétales otice 8, 1-29.
- 32. Chabousou F., 1975 –** Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-a-visde leurs ravageurs. St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro., Bordeaux, 39 p.
- 33. Chéritel. A., 2019 -** Romarin, [en ligne]  
<https://www.journaldesfemmes.fr/jardin/encyclopedie-des-plantes/2576395-romarin>. (Consulté le 09/07/2021).
- 34. Chopra, Coll , Abrol, 8.K., Handa, K.L., 1960,** Les plantes médicinales des régions arides, considérées surtout du point de vue botanique, 11-56, Ed UNESCO
- 35. Claisse, R., 1990,** Pharmacopée traditionnelle du Maroc, Marché populaire de Yacoub el Mansour in I er colloque européen d'ethnopharmacologie, Sources,

Méthodes, Objectifs LEURENTINJ., , CABALION,P ., MAZARS, G., DOS SANTOS,J.,Y OUNOS, c., 23 au 25 mars 1990, Metz, PARIS METZ : ORSTOM SFE, 448-449..

- 36. Combemale P., 2001.** La prescription des repulsifs.med. trop., 61 : 99-103.  
Composition chimique, activités antimicrobiennes in vitro de l'huile essentielle de
- 37. Crosby D.G., 1966.** Natural pest control Agents.Adv. Chem. Ser., (53) :1-16.
- 38. Darzi MT, Ghaivanda, SEFIDKONF et REJALIF., 2009** Les effets de l'application de mycorhize, de lombricompost et de bio fertilisant phosphaté sur la quantité et la qualité de l'huile essentielle de fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.).  
Iran J Med Aroma Plants 24: 396-413.
- 39. David, J. R., P. Gibert, H. Legout, G. Pétavy, P. Capy, and B. Moreteau. 2004.** "Isofemale Lines in *Drosophila*: An Empirical Approach to Quantitative Trait Analysis in Natural 147 Populations." *Heredity* 94 (1): 3–12.  
<https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800562>.
- 40. Dayan F.E., Howell J.L., Marais J.P., Ferreira D., and Koivunen M. (2011)** Manuka Oil, A Natural Herbicide with Preemergence Activity. *Weed Science*: October-Décembre 2011, Vol. 59, No. 4, pp. 464-469.
- 41. Delobel A. & Trans, M., 1993 :** Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes .Ed ORSTOM, Paris, 424 p.
- 42. Denholm, I., Devine, G.J., Williamson, M.S., 2002.** Evolutionary genetics. Insecticide resistance on the move. *Science* 297, 2222–2223.
- 43. Direction Européenne de la qualité du médicament et soins de santé (DEQM).** Pharmacopée Européenne 8.0. Tome I. 8è édition. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 2013, 1568p.
- 44. Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, *Revue Nature et Technologie*, (1), 45-53.
- 45. Doctissimo.** définition des plantes médicinales [en ligne].[consulté déc.2017].disponible sur : [www.doctissimo.fr](http://www.doctissimo.fr) > Santé > Phytothérapie
- 46. Doreau, M., 1961,** Considérations actuelles sur l'alimentation, ainsi que sur la pharmacopée et la thérapeutique traditionnelle au Sahara, Thèse Pharm., STRASBOURG, 108p
- 47. Dorvault, F., Weitz, R., 1945,** Le dispensaire pharmaceutique, in L'Officine Répertoire général de pharmacie pratique, tome2, PARIS : Eds Vigot Frères, 2345p

- 48. Doukani K., Tabak S., Gourchala F., Mihoub Founes M., Benbag uara M., 2013.** Caractérisation physicochimique du blé fermenté par stockage souterrain (Matmora), *Revue Ecologie-Environnement*, (9),1-9.
- 49. Ducros, A.H., 1930,** Essars sur le droguier populaire arabe de l 'inspectorat des Pharmacies du Caire, Mem Inst d'Egypte, 15, 166p. +9 planches.
- 50. Duke, J., Ayensu, E ., 1985,** Médicinal plants of China,2 volumes, A lganac,M I.
- 51. Duke, J., 1985,** Handbook of Médicinal Herbes, Ed C R C Press, Boca Raton, FL
- 52. EBIC., 2014.** European Biostimulants Industry Council:  
<http://www.biostimulants.eu>.
- 53. Elguedoui R., 2003,** Extraction des huiles essentielles du Romarin et du Thym Comportement insecticide de ces deux huiles sur Rhyzopertha dorninica (Fabricus) (Coleoptera, bostrychidae). Mém. Ing., E.N.P. El-Harrach, Alger. 76 p.
- 54. Elguedoui R., 2003 ,** Extraction des huiles essentielles du Romarin et du Thym Comportement insecticide de ces deux huiles sur Rhyzopertha dorninica (Fabricus) (Coleoptera, bostrychidae). Mém. Ing., E.N.P. El-Harrach, Alger. 2003. 76 p.
- 55. ESMAIEL, B., RAHMANIAN, M., HEIDARPOUR, O. et SHAHRIYARI, M.H., 2017-**Effet du lombricompost et du compost de champignons usés sur la composition en nutriments et en huiles essentielles du basilic (*Ocimum basilicum* L.). *J. Essent. Usines de roulement à huile*. 20 (5):1283-129
- 56. Fadel O., Ghazi Z., Mouni L., Benchat N., Ramdani M., Amhamdi H., Wathelet J. P., Asehrou A., Charof R., (2011).** Comparison of microwave-assisted hydrodistillation and traditional hydrodistillation methods for the *Rosmarinus eriocalyx* essential oils from Eastern Morocco. *J. Mat. Environ. Sci.*,2, 112-117
- 57. Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., 2014.** Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Bio by Deloitte et RITTMO Agroenvironnement, 148 p.
- 58. Faucon M. *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale.*** Sang de la terre (2012). 880p.

- 59. Faucon M.** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements & aide à la prescription : monographies : huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats aromatiques. Paris : Sang de la Terre et Médical, 2012, 879p.
- 60. Ferhat M., Kadi I. et Lahouaou A., 2009 .** Recherche de substances bioactives de l'espèce *Centaurea microcarpa* Coss et Dur. Le Diplôme des Etudes Supérieures en Biologie (DES). Université Mohamed Boudiaf, M'sila. Faculte des sciences et des sciences de l'ingéniorat. Département de biologie
- 61. Fernandez X., Chemat F.** *La chimie des huiles essentielles.* Editions Vuibert (2012). 288p.
- 62. French-Constant, R.H., Daborn, P.J., Le Goff, G., 2004.** The genetics and genomics of insecticide resistance. *Trends Genet.* 20, 163–170.
- 63. Fournier, P., 1948,** Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France, Tome 2, 334-337, PARIS : Ed Le chevalier
- 64. Franchomme P., Pénoël D.** *L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles.* Roger Jollois (2001). 445p.
- 65. Futura santé.** Définition-plante-médicinale, principe-actif-substance-active[en ligne].
- 66. Garg V.K., Suthar S. and Yadav A. (2012).** Management of food industry waste employing vermicomposting technology. *Biores .Tech.,* 126:437-443.
- 67. Garnier, G., BEZANGER-BEAUQUESNE., DEBRAUX, G. , 1961,** Ressources
- 68. Gattefosse, J., 1921,** Les plantes dans la thérapeutique indigène du Maroc, rapport de la mission Perrot-Gentil , notice no10, 73-123, in Sur les productions végétales du Maroc, Off Nat des Matières premières végétales paris: Ed Laros
- 69. Gazengel J-M., Orecchioni A-M.** Le préparateur en pharmacie. 2ème édition. Ed.Lavoisier, Paris, 2013.
- 70. Géographique et médicale,** Arch. Inst Pasteur ALGER, 36, (11' 74-152.
- 71. Gilly G.** Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse : botanique, culture, chimie, production et marché. Paris : L'Harmattan, 2005, 414p.
- 72. Gilly G., 2005.** Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: botanique, culture, chimie, production et marché.Ed. L'Harmattan, Paris, 405 p.
- 73. Goetz P. et Ghedira K., 2012 :** Phytothérapie anti-infectieuse. Ed. springer-Verlag, France, Paris. p p 341-347.
- 74. Gourmelen.A., 2020 -** MARCOTTER LES PLANTES AROMATIQUES :

ESTRAGON, ORIGAN, ROMARIN, SAUGE, THYM ET VERVEINE. [en ligne]  
<https://tous-au-potager.fr/marcotter-les-plantes-aromatiques-estragon-origan-romarin-sauge-thym-verveine/>

- 75. Habtemariam S., 2016,** « The therapeutic potential of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) di-terpenes for Alzheimer's disease », *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, vol. 2016, 2016.
- 76. Haj Seyadhadi Mr, Darzi Mt, Ghandeharziz Et Riazigh.,2011**-Effets du vermicompost et des acides aminés sur le rendement des fleurs et la production d'huile essentielle de *Matricaria camomille* L. *J Medicinal Plants Res* 5: 5611-5617.
- 77. Hami H., Soulaymani A., Skalli S., Mokhtari A., Sefiani H. and Soulaymani R., (2011).** Poisoning by *Atractylis gummifera* L. Morocco poison control center data. *Bultin de la société de Pathologie Exotique*. 104 (1) : 53-57.
- 78. Hamraoui A., Regnault-Roger C., 1997** , Comparaison des activités insecticides des monoterpènes sur deux espèces d'insectes ravageurs des cultures *Ceratitiscapitata* et *Rhopalosiphum padi*. *Acta Bot. Gallica*; 144: 413-417.
- 79. Hamzaa N., Berkea B., Chezea C., Aglib A.N., Robinsona P., Ginc H. et Moorea N. 2010-** Prevention of type 2 diabetes induced by high fat diet in the C57BL/6J mouse by two medicinal plants used in traditional treatment of diabetes in the east of Algeria. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 128: 513–518.
- 80. Harding J.** Bienfaits des herbes & des plantes : un guide pour la culture et l'utilisation des herbes aromatiques et des plantes médicinales. Bath : Parragon, 2011, 256p.
- 81. Hasni H., et Zeghba R., 2017.** Évaluation de l'effet répulsif des huiles essentielles des plantes *Rosmarinus officinalis*, *Eucalyptus globulus* et *Lavandula officinalis* vis-à-vis des insectes des céréales stockées. *Rhyzopertha dominica*. Mémoire de master en sciences biologiques. Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.63 p.
- 82. Hassan H.S.A., Sarrwy S.M.A and Mostafa E.A.M. (2010).** Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of "Hollywood" plum trees. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1: 638-643.

- 83. Haubruge, E., Amichot, M., 1998.** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 2, 161–174.
- 84. HENRICH, et al (2006) :** *Ethnobotany and Flavonoids-potent and versatile*
- 85. Hirasa K. et Takemasa M., 1998-** *Spice science and technology*. Ed. Marcel Dekker, New York, 1184p.
- 86. Hopking P., 1999-** *introduction to plant physiology*. The University of Western Ontario. Ed.. Second, John Wilay and sons., 512p.
- 87. Hori M., 1999 -** The effects of rosemary and ginger oils on the alighting behavior of *M. persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) and the incidence of yellow spotted streak. *Japan Soc Appl Entomol Zool.*; 34: 351-358.
- 88. Hussain.AI., 2009.** Characterization and biological activities of essential oils of some species of lamiaceae. Thèse de Doctorat. Pakistan. 257p
- 89. Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, médicinales et aromatiques.** [en ligne] Disponible sur :  
<[http://www.iteipmai.fr/images/stories/Fichismaladies/FMbouts\\_en\\_crosse\\_Romarin.pdf](http://www.iteipmai.fr/images/stories/Fichismaladies/FMbouts_en_crosse_Romarin.pdf)> (consulté le 08/04/2015)
- 90. IRAC (Insecticide Resistance Action Commitee)**
- 91. Is man M.B., 2000:** *Plant essential Oils for pest and disease management, Corp. protection* .N°19,pp :603-608
- 92. Işık M., Görür G., 2009-** Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae). *Mun. Ent. Zool.*; 4 (2): 424-431.
- 93. Isman M.B., 1994 -** Pesticides based on plant essential oils. *Pesticide Outlook*.
- 94. ISRA/CNRA., 1997 -** Utilisation des feuilles de neem pour le contrôle des insectes ravageurs du niébé, ISRA, Bambey Sénégal, 8 p
- 95. J. Bruneton** *Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales*. 2<sup>ème</sup> Ed. Tech. & Nutrition science News, 1-4
- 96. Jacobson M., 1989-** Botanical pesticides, past present and future In Arnason JT. et al. (Ed.). *Insecticides of plant origin*. Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.
- 97. Janvolak, K., Jinistodola.L. ,1983-** *Plantes médicinales illustration de Francis et Severa*. Traduction française 1985-by Griind . 256-258p.

- 98. Jonesc, 1998**-Rosmary's whole. Plant properties counter cancer.
- 99.** Jurgen K., Heina S. et Werner K., 1981 –*Maladies, Ravageurs et Mauvaises herbes des cultures Tropicales*. Vol 23(1), Pp : 1-13.
- 100. Kellouche A., 2005.** Etude du bruche du poi-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Buchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 154p.
- 101. Kim S., Roh J., Kim D., Lee H., & Ahn Y., (2003)**- Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored Prod. Res*, 39 : 293-303.
- 102. Kohen.R., Nyska.A., 2002.** Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*. 30: 620-650.
- 103. Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H., Grignon C. et Abdelly C., 2007**- Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant Physiol. Biochem.*, Vol. 45: 244-249
- 104. Lafon, J.P.;Thorand Prager, C. et Levy, G.** «Biochimie structurale»Biologie des plantes cultivées. Tome 1. Lavoisier. TEC. &DOC. 1988;b) Sallé, J.L. «Le Totum en Phytothérapie» Approche de phytothérapie. Ed Frison-Roche. Paris 1991
- 105. Lahlou M., 2004** - *Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils*, *Phytother.Res.* N°18, 435 p.
- 106. Lahlou M., 2004.**- *Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils*. *Phytotherapy Research*. 18 : 435-448.
- 107. Lakrous L., 2018**- Effet insecticide de l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes mâles et femelles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Bohman, 1833 (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae) dans la période de diapause. Mémoire de master en biologie, UMMTO, 29p
- 108. Lang, G. and Buchbauer, G. (2012)**, A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragr. J.*, 27: 13–39. Doi : 10.1002.2082

- 109. Lee S.E., Lee B.H., Choi W.S., Park B.S., Kim J.G., Campbell B.C., 2001 -** Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest Manag Sci.*; 2001; 57 (6): 548553.
- 110. Lemordant, D., Boukef, K., Bensalem, M., 1977,** Plantes utiles et toxiques de Tunisie *itoterapia* 4, 8, (5), 191-214.
- 111. Leonard S. et Ngamo T., 2004 –**conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'information phytosanitaire. Ed. F.A.O. Rome, n44, 58 p.
- 112. Lepeseme P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris.335p..
- 113. Lepesme P., 1944 -***Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés.* Encyclopédie entomologique. Ed. Le chevalier, Paris, Série A, Xxii, 257p.
- 114. Leplat M., 2017-** Le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale, LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE, Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie, France, 59-85p.
- 115. Louat F., 2013-** Etude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*. THÈSE. Génétique cellulaire et moléculaire .ÉCOLE DOCTORALE SANTE, SCIENCES BIOLOGIQUES ET CHIMIE DU VIVANT.UNIVERSITÉ D'ORLÉANS.p5-35.
- 116. Louis, A., 1979-** Nomades d'hier et d'aujourd'hui dans le sud tunisien, GAP : Edisud Mondes méditerranéens imprimerie Louis aean, 33p.
- 117. M. R. al-Sereiti, K. M. Abu-Amer, et P. Sen., 1999-** « Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials », *Indian J. Exp. Biol.*, vol. 37, no 2, p. 124- 130.
- 118. M. T. Baratta, H. J. D. Dorman, S. G. Deans, D. M. Biondi, et G. Ruberto.,1998 -** « Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidative Activity of Laurel, Sage, Rosemary, Oregano and Coriander Essential Oils », *J. Essent. Oil Res.*, vol. 10, no 6, p. 618- 627.
- 119. Machiex J., Fleuriet A., et Jay-Allemand C., 2005-** Composés phénoliques des végétaux. Presses polytechniques et universitaires Romandes, 256p.
- 120. Madhavi.DL. Deshpande SS. & Salunkhe DK., 1996.** Food Antioxydants. Technological, Toxicological, and Health Perspectives. Marcel Dekker, Inc. New York. 65p59.

- 121. Mahfouzsa Et Sharafeldinma., 2007**-Effet du minéral par rapport au biofertilisant sur la croissance, le rendement et la teneur en huile essentielle du fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill). *International Agrophysics* 21: 361-366
- 122. Maire, A., Savelli, A., 1955**- In Salah et le Tidikelt oriental : Etude historique.Géographique et médicinale, Arch Inst Pasteur, ALGER, 33, (4), 367-432
- 123. Makhloufi A., 2009**- Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Mémoire doctorat. Université Aboubaker Belkaid Bechar, 136p.
- 124. Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. 2004**- Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 79, N°. 5, p.p. 727-747
- 125. Martinat L., 2020** - Romarin : propriétés, bienfaits, utilisations. [en ligne].<https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/romarin.html> (Consulté le 09/07/2021).
- 126. Massaoudi S., 2005** - 250 plante médicinales. Tunisie. 163p-164p.
- 127. Mcvicar J., 2009**- **La passion des herbes** : aromatiques, culinaires, médicinales, cosmétiques et comment les cultiver. 3e ed. revue et augmentée. Laval (Québec) : Guy Saint Jean ed., 304p
- 128.** Médicinales de la flore française, 2, PARIS : Ed Vigot Frères, 1211-1214
- 129. Messaili.b., 1995**- Systématique spermaphytes .Botanique. O.P.U. Alger. 63p.
- 130. Middleton E., Kandaswami C. et Theoharides T., 2000**- The effects of plants flavonoids on mammalian cells: Implication for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, Vol 52: 673-751.
- 131. Moyes, C. L. et al., 2017**- Contemporary status of insecticide resistance in the major Aedes vectors of arboviruses infecting humans. *PLoS Negl Trop Dis* 11.
- 132. Nijveldt J., Van Nood E., Van Hoorn D., Boelens P., Van Norren K. et Van Leeuwen P. 2001**- Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *American journal of clinical nutrition*, Vol. 74: 418-425.

- 133. Obeng-Ofori D, Reichmuth CH, Bekele J, Hassanali A. (1997).** Biological activity of 1,8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *J. Appl. Entomol.* 121: 237-243.
- 134. -Ojmelukwe, P. C., & Adler C., (1999)-** Potentiel du zimtaldéhyde, du 4-allylanisol, du linalol, du terpinéol et d'autres produits phytochimiques
- 135. Outaleb T., 2016 -** Extraits de romarin d'Algérie (*Rosmarinus officinalis* L. et *Rosmarinus tournefortii* De Noe): Analyse chimique et activités antioxydantes et ++antimicrobiennes. Mém. Doctorat, Sciences alimentaires, Départ. Technologie Alimentaire et de Nutrition Humaine, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie -0 El Harrach-Alger, 147p.
- 136. Owens DK., Nanayakkara NP., Dayan FE.,2013.** In planta mechanism of action of leptospermon: impact of its physico-Chemical properties on uptake, translocation, and metabolism. *J Chem Ecol.* Vol 39(2):262-70.
- 137. P, Lakziana Et Nejadali., 2011-**L'effet de l'application d'engrais organiques et biologiques sur la quantité et la qualité de l'huile essentielle de fenouil (*Foeniculum vulgare*). *J Horti Sci* 25 (1): 25-33
- 138. Padrini F., Lucheroni M. T., 1996.** Le grand livre des huiles essentielles : guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et l'aromassage énergétique avec plus de 100 photographies. Ed. DE Vecchi, 15 p.
- 139. Papadopoulou S., 2012-**Chryssohoides *C. Icerya purchasi* (Homoptera: Margarodidae) on *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae), a new host plant record for Greece. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*; 42 (1) ; 148–49
- 140. Passager, P., Barbancon, S., 1956-** Taghit (Sahara oranais). Etude historique, Géographique et médicale, *Arch. Inst Pasteur ALGER*, 34, (3), 404-475-
- 141. Passager, P., Dorey, R., 1958-** El Goléa (sahara algérois). Etude historique,
- 142. Pibiri, M C., 2005-** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne : 161p.
- 143. Pioggesi A., Pollison B.D. (2003) -**Biostimulants: at the border between plant protection and plant nutrition. *New AG International*, June.

- 144. Prates H.T., Santos J.P., Waquil J.M., Fabris J.D., Oliveira A.B., Foster J.** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (H). J
- 145. Prax, P., 1850-** Plantes de Constantine, de Batna, de Biskra, du Soirg et de Touggourt Les plantes pharmaceutiques), Rev. de l'Orient, de l'Algérie et des Colonies, 2 77-285.
- 146. Quezel P., Santa S., (1962)-**Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565 p
- 147. Quezel P., Santa S., 1963-** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, CNRS, Tome 1 et 2, 1170 p.
- 148. Quezel, P. and S. Santa, 1962 :** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, C.N.R.S, Editor. p. 565.
- 149. Quezel.p., et Santa s, 1963 -**Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris.781-783-793p.
- 150. Raynaud J., Blanchet J-M., 2006-** Prescription et conseil en aromathérapie. Paris : Tec & Doc, 2006, 247p.
- 151. Reboul, E., 1953-** Le Gourasa. Etude historique, géographique et médicale, Arch Inst Pasteur ALGER, 31, (21, 164-246
- 152. Reclu M., 2004-** Manuel de l'herboriste : comprenant la culture, la récolte, la conservation, les propriétés médicinales des plantes du commerce, et un dictionnaire des maladies et des remèdes. Nîmes : C. Lacour, 160p
- 153. Regnault-Roger C., philogene B.J.R et Vincent C ., 2002 -** Bio pesticides d'origine végétale.Ed. TEC et DOC. Paris.Fance.
- 154. Regnault-roger C., Vincent C., Thor Arnason J., 2012-** Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. ANNUAL REVIEW OF ENTOMOLOGY, vol. 57, p. 405-424.
- 155. relative aux huiles essentielles (Ton 2).**
- 156. Rene A., 2008 -** Cultivez les plantes sauvages et comestibles. Paris. 45p.
- 157. Richter W.F., 1993.** Public Debt in a Two-Country OLG-Model with Endogenous
- 158. Riley I.T., Nicol J.M., Dababat A.A., 2009-***Cereal cyst nematodes: status research and outlook*, Turkey, CIMMYT, 242 p.

- 159. Roger D., 2002.** Les coléoptères carabidés et ténébrionidés : écologie et biologie. Ed. Lavoisier, Paris. 154p.
- 160. Roussel, J.L., Pellecuer, J., Andary, C., 1973-** Propriétés antifongiques Comparées des essences de trois Labiées méditerranéennes: romarin, sarriette et thym, Trav Soc Pharm. de Montpellier3, 3,587-59.
- 161. Ruaux Nathalie., 2013-** Les résistances aux insecticides, antiparasitaires, antibiotiques.les cahiers de la recherche. Sante. Environnement .travail anse-01568720., 10p.
- 162. Rung A., Halbert S.E., Ziesk D.C. et al., 2009 -**A leafhopper pest of plants in the mint family, *Eupteryx decemnotata* Rey (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae), ligurian leafhopper, new to North America. Insecta mundi: a journal of world insect systematics; 0088 ; 1-4
- 163. Saeidnejad, D., 2011-**"Resistance response physiology and signal transduction". Current Opinion in Plant Biology. 1(4): 305-310.
- 164. Said-Al Ahl., H.A.H., Omer, E.A., 2011-**Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review. Herba Pol. 57, 72–87.
- 165. Sanon, E., 1992-**Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun.Algerie N°686 Alger.121p.
- 166. Santana O., Fe Anderes M., Sanz J., Errahmani N., Abdeslam L., Gonzalez Coloma A.,2014-** Valorization of essential oils from Moroccan aromatic plants. Natural Product. Jap Soc Appl Entom Zool; 2014; 34: 351-358.
- 167. Scherf G., 2012-** La culture et les vertus des plantes médicinales. Aartselaar (Belgique) : Chantecler, 95p.
- 168. Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U., & Pissarev, V., 1991-** Toxicité fumigante des huiles essentielles contre quatre grands insectes des produits stockés. Journal de l'écologie chimique, 17(3), 499-504.
- 169. Sharma, D, R,et Kalra,R,I ., 1998 -**phosphine la résistance au cours des différents drags de développement de Trogedems ( Everts). Annals of protection plant science, 6, 198,200.
- 170. Singh B, Masihmr Et Choughariri., 2009-**Évaluation des engrais organiques enrichis en P et S et de leur effet sur le rendement en graines et la qualité de la coriandre (*Coriandrum sativum*). International J Agric Sci 5: 18-20.

- 171. Singhm et Rameshs., 2002**-Réponse du basilic doux (*Ocimum basilicum*) aux engrais organiques et inorganiques dans des conditions tropicales semi-arides. *J Med Aroma Plant Sci* 24: 947-950.
- 172. Sinhaj, Biswasck, Ghosha Et Sahaa., 2010**-Efficacité du lombricompost contre les engrais sur Cicer et Pisum et sur la diversité des populations de bactéries fixatrices de N<sub>2</sub>.
- 173. Soltys D, Krasuska U, Bogatek R, et Gniazdowska A. 2013**-Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives; <http://dx.doi.org/10.5772/56185>
- 174. Steffan J.R., 1978**- Description et biologie des insectes .Les insectes et les acariens des céréales stockées .Coed . A. F. N .O R.-I .T. G. C. F, Paris.237 p.
- 175. Steffan J.R., 1987** - *Description et biologie.les insectes et les acariens des céréales stockées*. Ed. A.F., N.O.R, Paris, 238p
- 176. Takayama .C et al., 2016** - « Chemical composition of *Rosmarinus officinalis* essential oil and antioxidant action against gastric damage induced by absolute ethanol in the rat », *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, vol. 6, no 8, p. 677- 681.
- 177. Tapondjou L.A., Bouda H., Fontem D.A., Zapfack L., Lontsi D., Lontsi Z., Benlabeled K., 2005**- Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. *The international J. of Aromatherapy*; 15:129-133.
- 178. Teuscher E., Anton R., Lobstein A., 2005**- Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Lavoisier, Paris, 522p.
- 179. Tippmann, H.F., Schlüter, U., Collinge, D.B., 2006**- Common themes in biotic and abiotic stress signalling in plants, in: *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*. Global Science Books.
- 180. Tripatji et al. 2009**- A review on prospects of essential oils as bio pesticide in insect-pest management, *Jouranl of Pharmacognosy and phytotherapy* vol 5(1), 052-063
- 181. Trotter, A., 1915**-Flora economica detta Libia, Publicité a cura del Minestro delle Colonie ROMA, 1 27f i9. ,145 Tableaux, 375p.
- 182. Tunc I., Berger B., Erler F et Dagli F., 2000** – Ovicidalactivity of essential oilsfrom five plants againsttwo-storedproductinsects. *J. StoredProd. Res.* 36 (2). pp 161-168.
- 183. Ullmann, h, f., 2005** botanica
- 184. Upson TM (2000)**-*Rosmarinus L.* In: J. Cullen et al. (eds.). *The European Garden Flora*. Vol. VI. Cambridge University Press, Cambridge.

- 185. Van Ientren J.C., 2006-** Internet book of biological control, [www.unipa.it /iobc /downlaod /internet book 3 march 2006.pdf](http://www.unipa.it/iobc/download/internet%20book%203%20march%202006.pdf)
- 186. Vidyasagar G.M. et al ., 2013-** ANTIFUNGAL INVESTIGATIONS ON PLANT ESSENTIAL OILS. A REVIEW. *Int J Pharm. Sci*, Vol 5, Suppl 2, 19-28
- 187. Wang Lanjiao., 2018-**Résistance aux Insecticides : Importance dans la Transmission du virus Chikungunya par les Moustiques *Aedes aegypti* .Thèse, Physiologie et Biologie de l'Organisme - Population – Interactions, Ecole Doctorale n°587 : *Diversités, Santé et développement en Amazonie*, l'université de Guyane, France, 24p.
- 188. Wang, C., Scharf, M.E., Bennett, G.W., 2004-**Behavioral and physiological resistance of the German cockroach to gel baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97, 2067–2072.
- 189. Wikimedia commons. [en ligne] Disponible sur :**  
<[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lcerya\\_purchasi\\_1.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:lcerya_purchasi_1.JPG)> (consulté le 09/04/2015)
- 190. Wikimedia commons. [en ligne] Disponible sur :**  
<<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eupteryxdecemnotata1.jpg>> (consulté le 09/04/2015)
- 191. Wilson et Guylaine, 2008-** fleurs comestibles du jardin à la table. Ed Fides
- 192. WINDHOLZ, M., BUDAVARI, S., STROUMTSOS, L., TERTIG, M., 1976-** The METKC Index, an encyclopedia of chemicals and drugs, Ed Merck and Co'Rahway
- 193. Winkelman M., 1986,** Frequently used medicinal plants in Baia California Norte, *J Ethnopharmacol*, 1 8, 109-131
- 194. Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H., 2017-** Biostimulants in Plant Science: A global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 7, p.1-32
- 195. Zettler, J.L. et Cuperus, G, W, 1990-** Pesticides résistance à *Tribolium castaneum* (coleoptera Tenebrionidae) et *Rhyzopertha dominica* ( Cleopetera :Bostrichidae ) dans le blé .*J.Econ.* Google Translate Bznes uchun Google kit du traducteur Gadget Traduction Outil d'aide a l'export desactiver la traduction instananee A propos de Google Traduction Mobile Communauté Confidentialité et conditions d'utilisation Aide Envoyer des commentaires.